



TUGAS AKHIR - TE 141599

EVALUASI SFN GAIN PADA SISTEM PEMANCAR TV DIGITAL DI GERBANGKERTASUSILA

**Amelia Puspasari
NRP 2213105021**

**Dosen Pembimbing :
Dr. Ir. Endroyono, DEA**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



FINAL PROJECT - TE 141599

**EVALUATION SFN GAIN PERFORMANCE ON DIGITAL
TELEVISION TRANSMISSION SYSTEM IN
GERBANGKERTASUSILA**

**Amelia Puspasari
NRP 2213105021**

**Supervisor :
Dr. Ir. Endroyono, DEA**

**ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTEMENT
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**

**EVALUASI SFN GAIN PADA SISTEM PEMANCAR TV
DIGITAL DI GERBANGKERTASUSILA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia
Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Menyetujui :
Dosen Pembimbing**



**Dr. Ir. Endroyono, DEA
NIP. 196504041991021001**

**SURABAYA
JUNI, 2015**

EVALUASI SFN GAIN PADA PEMANCAR TV DIGITAL DI GERBANGKERTASUSILA

Nama : Amelia Puspasari
Pembimbing : Dr. Ir. Endroyono, DEA

ABSTRAK

Standar penyiaran televisi digital yang ditetapkan di Indonesia adalah *Digital Video Broadcasting-Terrestrial Second Generation* (DVB-T2). Di dalam sistem DVB-T2 terdapat jaringan *Single Frequency Network* (SFN) yang dapat menjadi alternatif perencanaan jaringan selain jaringan *Multiple Frequency Network* (MFN). Jaringan SFN menghasilkan efisiensi spektrum frekuensi serta peningkatan kualitas layanan karena distribusi yang lebih homogen dari kuat sinyal yang diterima pada area cakupan. Namun demikian, dalam prakteknya beberapa daerah juga akan menunjukkan degradasi.

Untuk meningkatkan kinerja SFN, standar sistem DVB-T2 terdapat mekanisme teknik *diversity* MISO (*Multiple Input Single Output*). Teknik ini digunakan untuk menghasilkan SFN gain yang lebih optimal. Salah satu faktor yang mempengaruhi SFN Gain adalah faktor *Power Imbalance* (PI). Pada tugas akhir ini akan dilakukan evaluasi nilai SFN Gain khususnya di Wilayah Gerbangkertasusila dari beberapa skenario penerapan, termasuk membandingkan mekanisme SISO dengan MISO.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai CNR pada skema SISO lebih tinggi dibandingkan skema MISO, yaitu 51.63 dB pada skema SISO dan 51.33 dB pada skema MISO. Pada wilayah Surabaya, Kecamatan Driyorejo Gresik, dan Kecamatan Kembang Lamongan memiliki nilai CNR MISO dan SISO melebihi nilai rata-rata keseluruhan semua daerah. Hasil evaluasi SFN Gain menunjukkan pada 21 kombinasi MISO, 13 kombinasi mengalami degradasi, sedangkan 8 kombinasi lainnya (Kombinasi 6, 11, 14, 15, 18, 19, 20, 21) beberapa daerah mengalami SFN Gain. Dari 8 kombinasi ini dapat disimpulkan diperlukan jarak minimum antar pemancar, yaitu sebesar 18.09 km untuk dapat menghasilkan SFN gain.

Kata Kunci : DVB-T2 , SFN, SFN Gain, MISO, SISO

Evaluation SFN Gain Performance on Digital Television Transmission System in Gerbangkertasusila

Name : Amelia Puspasari
Supervisor : Dr. Ir. Endroyono, DEA

ABSTRACT

Digital television broadcasting standards in Indonesia is the Digital Video Broadcasting-Second Generation Terrestrial (DVB-T2). In the DVB-T2 system there is a network of Single Frequency Network (SFN) SFN is network planning alternative other than Multiple Frequency Network (MFN). SFN network provide spectrum efficiency as well as improvement the quality of services as a more homogeneous distribution of the received signal strength in the area of coverage. However, in practice some areas will also show degradation.

In order to improve the performance of the SFN operation, the second generation broadcast system DVB-T2 standard incorporates multiple input single output (MISO) antenna diversity mechanisms This technique is used to produce a more optimal SFN gain. SFN gain can be affected by factors Power Imbalance (PI). In this final project will be evaluating SFN Gain value in Gerbangkertasusila especially in the region of several application scenarios, including compared the SISO mechanism with MISO.

Results show that CNR at SISO scheme is higher than MISO scheme, which is 51.63 dB at SISO scheme and 51.33 dB at MISO scheme. Surabaya, Driyorejo Gresik, and Kembang Lamongan has an average CNR higher than the overall average CNR for SISO and MISO scheme. Evaluation SFN Gain results showed the 21 combination of MISO, 13 combination degraded, while eight other combination (combination of 6, 11, 14, 15, 18, 19, 20, 21) some areas had SFN gain. From this combination it can be concluded required minimum distance between the transmitter at 18.09 km to produce SFN gain.

Keyword: DVB-T2 , SFN, SFN Gain, MISO, SISO

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena dengan berkah rahmat, taufiq serta hidayah dan inayah-Nya penyusun dapat menyelesaikan proyek akhir ini dengan judul :

EVALUASI SFN GAIN PADA SISTEM PEMANCAR TV DIGITAL DI GERBANGKERTASUSILA

Terselesaikannya tugas akhir ini tentunya tak lepas dari dorongan dan berbagai pihak. Oleh karena itu, tak salah kiranya bila penulis mengungkapkan rasa terima kasih kepada beberapa pihak yang memberikan dukungan selama proses penyelesaian tugas akhir ini, antara lain Bapak Dr. Tri Arif Sardjono MT sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember, bimbingan dari dosen pembimbing Bapak Dr. Ir. Endroyono, DEA, yang telah banyak memberikan semangat dan bantuannya saya ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya. Penulis ucapkan banyak terimakasih kepada Papa, Mama dan Bapak, Ibu tercinta yang telah memberikan semangat, dukungan serta doa terbaik. Terimakasih juga untuk Tommy serta teman teman LJ Telkom 2013 dan Reguler 2011 yang telah memberikan dukungan dan semangat disaat penulis merasa kesulitan. Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan yang dimiliki. Untuk itulah penyusun minta maaf dan mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan Proyek Akhir ini. Semoga buku Laporan yang kami tulis ini dapat memberikan manfaat terhadap perkembangan ilmu pengetahuan bagi semua pihak pada umumnya dan bagi kami sendiri pada khususnya.

Surabaya, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Metodologi.....	2
1.6 Sistematika Laporan.....	3
1.7 Relevansi.....	4
BAB 2.....	5
2.1 Perkembangan dan Regulasi Televisi Digital di Indonesia	5
2.1.1 Perkembangan Televisi Digital di Indonesia	5
2.1.2 Regulasi Televisi Digital	7
2.2 <i>Digital Video Broadcasting-Terrestrial Second Generation</i> (<i>DVB-T2</i>).....	7
2.3 DVB-T2 SISO/MISO.....	9
2.4 Single Frequency Network (SFN).....	10
2.4.2 Lokasi Pemancar.....	13
2.4.1 SFN Gain	13
2.5 Link Budget	14
2.6 Carrier to Noise Ratio	17
2.7 DTA-2131	18
2.8 Kondisi Geografis wilayah Gerbangkertasusila	19
BAB 3.....	21
3.1 Desain Evaluasi Sistem.....	21
3.2 Penentuan Parameter.....	22
3.3 Perhitungan Link Budget	24

3.4 Perhitungan Daya Terima pada Suatu Wilayah Layanan	25
3.5 Perhitungan CNR	26
3.6 Perhitungan MISO Gain	28
3.7 Skenario Pengujian	29
3.7.1 Skenario Pengujian SISO	29
3.7.2 Skenario Pengujian MISO	30
BAB 4	31
4.1 Konfigurasi Pemancar	31
4.2 Pengujian SISO	32
4.2.1 Pengujian SISO menggunakan Matlab	32
4.2.2 Pengujian SISO Menggunakan DTA -2131	34
4.3 Pengujian MISO	36
4.4 Perbandingan Skema SISO dan MISO	40
4.5 Analisa SFN Gain	43
4.5.1 Pengaruh <i>Power Imbalance</i> Terhadap SFN <i>Effect</i>	43
4.3.1 Analisis MISO Gain	44
4.3.2 Analisa Posisi Pemancar	46
BAB 5	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN A	53
LAMPIRAN B	57
LAMPIRAN C	81
LAMPIRAN D	85
LAMPIRAN E	87
RIWAYAT HIDUP	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 2 Perbandingan DVB-T dengan DVB-T2[5]	8
Tabel 2. 3 Hubungan Guard Interval dengan Jarak antar Pemancar	13
Tabel 2. 4 Spesifikasi DTA-2131	18
Tabel 3. 1 Pemenang Seleksi LPPPM.....	23
Tabel 3. 2 Lokasi Pemancar dan Daya Pancar	24
Tabel 3. 3 Lokasi Penerima.....	26
Tabel 3. 4 Kombinasi pengujian MISO	30
Tabel 4. 1 Perhitungan Link Budget	31
Tabel 4. 2 Contoh Daya Terima dan CNR pada Pemancar 1	32
Tabel 4. 3 Perbandingan hasil perhitungan dan hasil validasi.....	36
Tabel 4. 4 Jangkauan Pemancar terhadap tiap titik penerima	36
Tabel 4. 5 Perhitungan Daya Terima pada Kombinasi 1	37
Tabel 4. 6 Perhitungan CNR MISO kombinasi 1	39
Tabel 4. 7 Perbandingan CNR SISO dan MISO	40
Tabel 4. 8 MISO Gain pada Kombinasi 1	44
Tabel 4. 9 MISO Gain pada Kombinasi 18.....	45
Tabel 4. 10 Jarak antar pemancar optimum	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Roadmap Infrastruktur TV Digital [4]	6
Gambar 2. 2 Arsitektur DVB-T2 [6].....	9
Gambar 2. 3 Penerima dengan dua transmitter	10
Gambar 2. 4 Penerima dari beberapa pemancar SFN	12
Gambar 2. 5 Sinyal yang diterima diantara dua sinyal yang datang[10]	14
Gambar 2. 6 Link propagasi dari pemancar ke penerima	15
Gambar 2. 7 Wilayah Gerbangkertausila	20
Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem	21
Gambar 3. 2 Jaringan SFN dengan dua Pemancar	22
Gambar 3. 3 Diagram alir perhitungan link budget	25
Gambar 3. 4 Perhitungan CNR pada Skema SISO	27
Gambar 3. 5 Diagram alir perhitungan CNR MISO	28
Gambar 3. 6 Perhitungan MISO Gain.....	29
Gambar 4. 1 Gambar hasil plot coverage ideal	32
Gambar 4. 2 Gambar hasil plot coverage pemancar 1	33
Gambar 4. 3 Rata-Rata Nilai CNR pada Skema SISO.....	34
Gambar 4. 4 Pengukuran menggunakan DTA-2131	35
Gambar 4. 5 Gambar hasil plot coverage kombinasi 1	38
Gambar 4. 6 Rata-Rata Nilai CNR pada Skema MISO	39
Gambar 4. 7 Perbandingan Rata-Rata nilai CNR skema MISO dan SISO.....	41
Gambar 4. 8 Standar Deviasi Skema SISO	42
Gambar 4. 9 Standar Deviasi Pada Skema MISO	42
Gambar 4. 10 Power Imbalance Terhadap SFN Gain pada kombinasi 1	43
Gambar 4. 11 Power Imbalance Terhadap SFN Gain pada kombinasi 5	43

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Javier Morgade, Pablo Angueira, dkk, "SFN-SISO and SFN-MISO Gain Performance Analysis for DVB-T2 Network Planning", IEEE TRANSACTIONS ON BROADCASTING, VOL. 60, NO. 2, JUNE 2014.
- [2] Menteri Komunikasi dan Infomartika, Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia nomor 07/P/M.KOMINFO/3/2007 tentang Standar Penyiaran Digital Terrestrial Untuk Televisi Tidak Bergerak.
- [3] Menteri Komunikasi dan Infomartika, Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia nomor 05/P/MEN.KOMINFO/2/2012 tentang Standar Penyiaran Televisi Digital Terrestrial Penerimaan Tetap Tidak Berbayar (*FREE-TO-AIR*).
- [4] Menteri Komunikasi dan Infomartika, Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia nomor 23/PER/M.KOMINFO/11/2011 tentang Rencana Induk (*Masterplan*) Frekuensi Radio untuk Keperluan Televisi Siaran Digital Terrestrial pada Pita Frekuensi Radio 478-694 MHz.
- [5] ETSI 302 755, Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2).
- [6] Ligeti, A., "Single Frequency Network Planning", Dissertation, pp.4 -5, Royal Institute of Technology, 1999.
- [7] Julianto, Wawan, Sistem Penyiaran DVB-T2 dan Kesiapan Teknis Siaran TV Digital, 2013.
- [8] EBU, "Frequency and network planning aspects of DVB-T2," Eur. Broadcast. Union, Geneva, Switzerland, EBU-Tech. Rep. 3348, May 2012.
- [9] Ali Jalbani Akhtar, "Single Frequency Network", Institut for Informatik university of Gottingen.
- [10] S. Alamouti, "A simple transmit diversity technique for wireless communications," *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, vol. 16, no. 8, pp. 1451-1458, Oct. 1998.
- [11] Gerd Petke, Jurgen Frank, Guide on SFN Frequency Planning and Network Implementation with Regard to T-DAB and DVB-T, European Broadcasting Union, 2005

- [12] Theodore S. Rappaport, "Wireless communications principles and practice, 1996.
- [13] E.P.J Tozer, "Broadcast Engineer's Reference Book", 2004
- [14] J. Morgade, P. Angueira, A. Arrinda, J. L. Ordiales, R. Brugger J. Frank, *et al.*, "DVB-T2, MISO/SISO receiver performance limits in single frequency networks: First practical results," in *Proc. IEEE Int. Symp. BMSB*, 2012, pp. 1–6.
- [15] Recommendation ITU-R BT.1368, Planning criteria, including protection ratios, for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands.
- [16] Peraturan Menkominfo nomor 9 tahun 2014 Tentang Persyaratan Teknis Alat Dan Perangkat Penerima Televisi Siaran Digital Berbasis Standart Digital Video Broadcasting Terrestrial – Second Generation.
- [17] I. Eizmendi, G. Prieto, G. Berjon-Eriz, M. M. Velez, A. Arrinda, and P. Angueira, "DVB-T2 performance in presence of multipath laboratory tests," in *Proc. IEEE Int. Symp. BMSB*, 2011, pp. 1–6.

RIWAYAT HIDUP



Amelia Puspasari lahir di Bogor, tanggal 20 Februari 1992, merupakan putri pertama dari pasangan Bapak Bambang dan Ibu Hartati. Pada tahun 2004, penulis menamatkan pendidikan tingkat dasar di SD AL Muslim Sidoarjo dan melanjutkan pendidikan di sekolah menengah pertama di SMP Al Muslim Sidoarjo. Setelah menyelesaikan pendidikan tersebut kemudian penulis belajar di SMAN 17 Surabaya. Pada tahun 2010, penulis melanjutkan pendidikan di Jurusan D3 Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS) program studi Teknik Telekomunikasi dan lulus sebagai Ahli Madya dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2013. Penulis kemudian pada tahun yang sama melanjutkan pendidikan ke jenjang Lintas Jalur S1 di Jurusan Teknik Elektro ITS program studi Telekomunikasi Multimedia. Pada tahun 2015 penulis mengambil tugas akhir di Laboratorium Telekomunikasi Multimedia B304.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem penyiaran televisi Indonesia sedang mengalami masa transisi dari teknologi analog menuju teknologi digital. Sistem penyiaran digital merupakan perkembangan di dunia penyiaran dimana terdapat peningkatan kapasitas layanan seperti menghasilkan kualitas gambar yang lebih baik dan menghemat kanal frekuensi. Diperlukan perencanaan jaringan televisi digital yang baik untuk menghasilkan sistem penyiaran yang optimal.

Pada sistem penyiaran televisi digital terdapat dua macam teknik penataan jaringan yang dapat digunakan yaitu jaringan *Single Frequency Network* (SFN) dan *Multiple Frequency Network* (MFN). Peraturan Pemerintah Menteri Koinfo Nomer 23 tahun 2011 memutuskan bahwa jaringan SFN dapat digunakan sebagai jaringan penyiaran pada televisi digital terrestrial di Indonesia. Jaringan SFN menghasilkan efisiensi spektrum dan daya yang lebih baik dibandingkan jaringan MFN, meskipun di beberapa daerah sinyal yang diterima mengalami penurunan disebabkan *multiple echoes* dari pemancar yang berbeda[1].

Selain menggunakan pendekatan konvensional SISO (*Single Input Single Output*), standar sistem DVB-T2 terdapat mekanisme teknik diversitas MISO (*Multiple Input Single Output*), dimana pada teknik ini menggunakan lebih dari satu pemancar dengan satu penerima. Teknik ini digunakan untuk menghasilkan SFN gain yang lebih optimal. SFN gain dapat dipengaruhi oleh faktor seperti *Power Imbalance* (PI).

Faktor tersebut juga akan mempengaruhi pada *plotting* penataan lokasi pemancar. Dalam mendesain jaringan SFN jarak antar pemancar berpengaruh penting. Lokasi antar pemancar pada jarak yang berbeda maka akan mempengaruhi nilai *coverage* juga nilai SFN gain yang dihasilkan. Penentuan lokasi pemancar di area Gerbangkertasusila dilakukan pada tugas akhir ini untuk mengevaluasi SFN gain yang diperoleh dari beberapa skenario penerapan

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

- a. Pengaruh posisi pemancar yang berbeda terhadap kinerja penerima, baik dengan skema SISO maupun MISO.
- b. Evaluasi pengaruh faktor *power imbalance* terhadap pemanfaatan konsep MISO.
- c. Evaluasi pengaruh penempatan posisi pemancar terhadap SFN Gain.

1.3 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini terdapat beberapa batasan mengenai permasalahan yang akan dibahas:

- a. Area simulasi terbatas untuk area Gerbangkertasusila.
- b. Simulasi dilakukan dengan memperhatikan faktor *Power Imbalance* (PI) menggunakan matlab.
- c. Verifikasi dilakukan dengan model yang ada di Laboratorium.

1.4 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah:

- a. Memahami konsep SFN Gain.
- b. Mengevaluasi kinerja SFN di area Gerbangkertasusila.
- c. Memberikan rekomendasi teknik untuk menerapkan SFN di area penyiaran digital.

1.5 Metodologi

Metodologi yang digunakan adalah, sebagai berikut:

1. Studi literatur
Pencarian dan pengumpulan literatur dan kajian yang berkaitan dengan masalah yang ada dalam tugas akhir tentang SFN, SFN Gain, SISO, dan MISO
2. Perancangan skenario SFN dan pembuatan program
Perancangan terhadap sistem yang dibuat berdasarkan faktor parameter yang diinginkan yaitu *Power Imbalance* (PI), dan pembuatan program. Akan di lakukan analisis untuk mengamati pengaruh besarnya faktor tersebut dalam menghasilkan MISO/SISO gain di jaringan SFN

3. Simulasi dan pengujian
Dilakukan simulasi untuk melihat performansi yang telah dirancang, apakah pengaruh dari faktor *Power Imbalance* (PI) dalam menghasilkan SFN gain pada mekanisme MISO-SISO dari hasil simulasi untuk area yang terpilih telah sesuai dan membandingkannya dengan hasil pengukuran menggunakan software penerima DVB-T2.
4. Analisa
Hasil simulasi yang ada akan dianalisis berdasarkan parameter uji yang dilakukan
5. Mengambil Kesimpulan dan Pembuatan Laporan
Setelah mendapatkan nilai faktor parameter dalam menghasilkan SFN gain, maka langkah terakhir adalah mengambil kesimpulan dan melakukan pembuatan laporan

1.6 Sistematika Laporan

Pembahasan tugas akhir ini akan dibagi menjadi 5 Bab, dengan sistematika sebagai berikut:

- BAB I Pendahuluan
Bab ini meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika laporan dan relevansi.
- BAB II Tinjauan Pustaka
Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang berkaitan dengan topik tugas akhir, meliputi televisi digital DVB-T2, SFN, SISO, MISO, rumus okumura hata, dan Gerbangkertasusila
- BAB III Perancangan dan Implementasi
Bab ini berisi rancangan sistem yang meliputi penentuan lokasi pemancar, daya, frekuensi, ketinggian antena pemancar dan penerima, dan perhitungan rugi-rugi pada daerah yang ditentukan.
- BAB IV Pengujian dan Analisa Data
Bab ini berisi tentang pengujian dari sistem yang telah dirancang dan dilakukan analisa apakah data yang diperoleh sudah menunjukkan hasil yang maksimal atau belum.

BAB V Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah diperoleh

1.7 Relevansi

Hasil yang diperoleh dari tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi teknik dan pilihan terbaik untuk menerapkan SFN di area Gerbangkertasusila

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkembangan dan Regulasi Televisi Digital di Indonesia

2.1.1 Perkembangan Televisi Digital di Indonesia

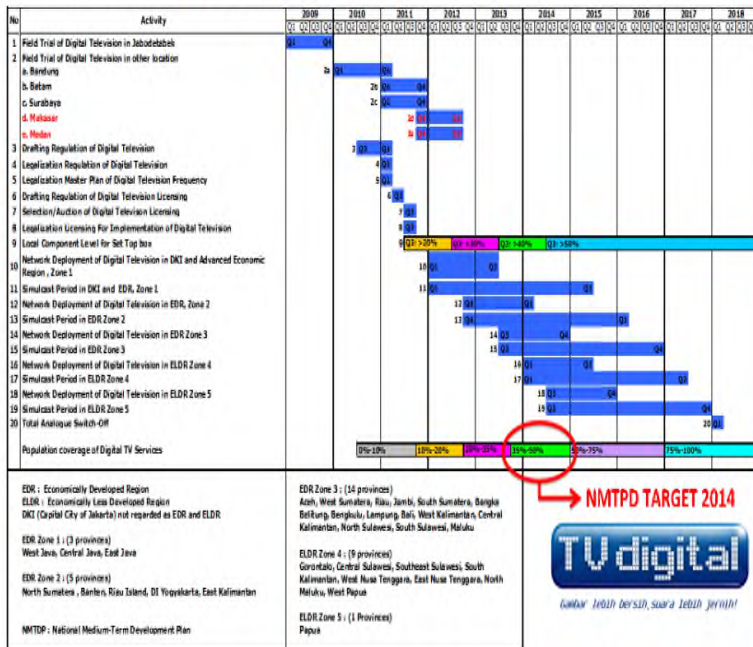
Sejarah perkembangan penyiaran televisi nasional di Indonesia dimulai pada tahun 1962 dengan satu stasiun televisi nasional TVRI, yang kemudian berkembang di tahun 1990-an menjadi enam stasiun TV (lima stasiun TV swasta dan 1 TVRI). Pendirian stasiun televisi swasta bertambah pada tahun 1998 saat pemerintah melalui Keputusan Menteri Penerangan No. 384/SK/Menpen/1998 mengizinkan berdirinya lima stasiun televisi baru, sehingga pada saat ini ada 11 stasiun televisi terrestrial yang beroperasi di seluruh Indonesia dan ditambah kurang lebih 100 stasiun televisi lokal yang beroperasi di beberapa daerah tertentu.

Perkembangan sistem penyiaran televisi di Indonesia semakin bertambah cepat dengan adanya perlindungan hukum terhadap sistem penyiaran yang dituangkan dalam Undang-Undang No.32 Tahun 2002 tentang Penyiaran. Pengembangan sistem penyiaran berbasis analog masih digunakan pada era ini. Infrastruktur dari masing masing stasiun pemancar televisi analog pun di realisasikan untuk menjangkau masyarakat.

Indonesia telah memutuskan untuk migrasi sistem penyiaran analog ke sistem penyiaran digital sesuai rekomendasi GE-2006. Indonesia memutuskan untuk melakukan migrasi dari sistem penyiaran analog menuju sistem penyiaran digital. Melalui Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika No. 07 Tahun 2007 Indonesia menetapkan DVB-T sebagai standar penyiaran televisi digital terrestrial tidak bergerak[2]. Perkembangan selanjutnya, melalui Peraturan Menteri Koinfo No. 5 Tahun 2012, Indonesia menetapkan standar penyiaran televisi digital terrestrial penerimaan tetap tidak berbayar (*free to air*) yaitu *Digital Video Broadcasting–Terrestrial second generation* (DVB-T2) yang merupakan perkembangan dari standar digital DVB-T yang sebelumnya ditetapkan pada tahun 2007[3].

Pengembangan infrastruktur dan teknologi dilakukan untuk implementasi penyiaran televisi digital dilaksanakan sesuai dengan *roadmap* infrastruktur yang dijelaskan pada Tabel 2.1.

ROADMAP IMPLEMENTATION OF DIGITAL TERRESTRIAL TELEVISION BROADCASTING



Gambar 2. 1 Roadmap Infrastruktur TV Digital [4]

Berdasarkan *roadmap* tersebut, selama masa transisi penyiaran dilakukan secara *simulcast* yang dimulai tahun 2012 sampai dengan akhir tahun 2017. Penyiaran *simulcast* adalah penyelenggaraan pemancaran siaran televisi analog dan siaran televisi digital pada saat yang bersamaan. Pada periode ini tanpa harus membeli pesawat TV baru, masyarakat dapat menikmati konten siaran digital dengan cara menambah perangkat konverter (yang dikenal *set top box*) pada pesawat televisi lama. *Set Top Box* (STB) merupakan alat bantu penerima siaran digital yang berfungsi mengkonversi dan kompresi sinyal digital sehingga dapat diterima oleh perangkat televisi analog.

Analogue Switch-Off (ASO) akan dilaksanakan pada tahun 2018 dimana semua penyiaran analog dihentikan dan digantikan oleh penyiaran televisi digital. Berbagai aspek terkait pengembangan teknologi ini disiapkan.

Regulasi untuk mendukung terlaksananya penyiaran harus memiliki standarisasi infrastruktur, teknologi dan mampu memberikan ruang lingkup yang jelas bagi konsumen, lembaga penyiaran, industri kreatif, industri perangkat dan pemerintah sehingga tantangan yang timbul dalam pelaksanaan alih teknologi dapat diselesaikan.

2.1.2 Regulasi Televisi Digital

Pada tahun 2003 Menteri Perhubungan mengeluarkan KM No. 76 tahun 2003 mengenai *master plan* penyelenggaraan televisi siaran analog pada pita *ultra high frequency* (UHF), yang didalamnya mengatur tentang kanal-kanal yang dialokasikan untuk setiap wilayah layanan di Indonesia, kemudian muncul Peraturan Menteri No. 7 tahun 2007 tentang standar penyiaran televisi digital terrestrial tidak bergerak di Indonesia.

Regulasi televisi digital yang terkait dengan frekuensi termuat dalam Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika No. 23 Tahun 2011 tentang Rencana Induk (*master plan*) frekuensi radio untuk keperluan televisi siaran digital terrestrial pada pita frekuensi 478- 694 MHz[4]. Pada peraturan ini dijelaskan bahwa penggunaan frekuensi pada rentang 478 – 694 dengan alokasi 1 kanal 8 MHz serta pembagian zona wilayah penggelaran jaringan televisi digital.

2.2 Digital Video Broadcasting-Terrestrial Second Generation (DVB-T2)

Digital Video Broadcasting – Second Generation Terrestrial (DVB-T2) merupakan standar teknologi penyiaran televisi digital terrestrial yang dipublikasikan oleh *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) pada bulan September 2009. Standar versi 1.1.1 dari DVB-T2 yang dikenal dengan EN 302 755 ini dibuat berdasarkan DVB *blue-book* yang telah dikeluarkan setahun sebelumnya. Sampai saat ini telah dipublikasikan pengembangan versi berikutnya. Pada bulan Februari 2011 dikeluarkan versi 1.2.1 kemudian standar ini dikembangkan dengan versi terbarunya V 1.3.1 di bulan April 2012 dengan penambahan *fitur* baru T2-Lite, yaitu pengembangan DVB-T2 pada layanan bergerak (*broadcast mobile services*)[5].

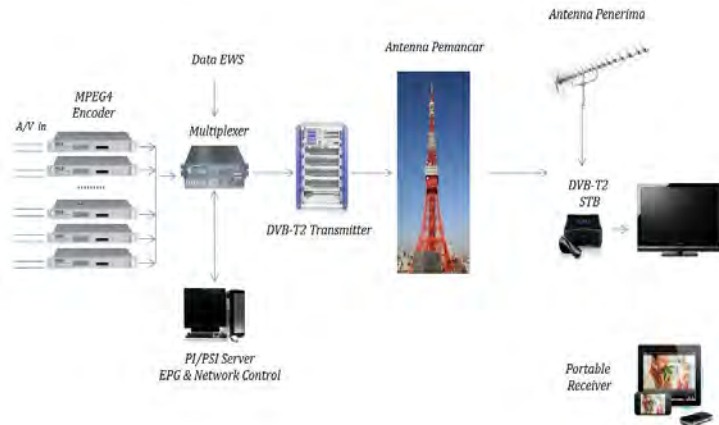
Teknologi generasi kedua dari DVB –T ini mengembangkan fasilitas dan *fitur* baru sesuai dengan perkembangan pasar DTT serta memperkenalkan modulasi dan teknik *coding* yang memungkinkan penggunaan spektrum frekuensi secara efisien untuk pengiriman layanan audio, video maupun data. DVB-T2 menawarkan adanya efisiensi

kapasitas sebesar 30% hingga 50% pada kondisi yang sama jika digunakan untuk DVB-T. Pada tabel 2.2 menunjukkan perbandingan spesifikasi DVB - T2 dengan teknologi sebelumnya. Aplikasi yang menggunakan teknologi ini juga mendukung *fitur* tambahan layanan berupa HDTV, SDTV dan IP *Services*.

Tabel 2. 1 Perbandingan DVB-T dengan DVB-T2[6]

	DVB-T	DVB-T2
FEC	Convolutional Coding+Reed Solomon 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	LDPC+BCH 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 7/8
Modes	QPSK, 16 QAM, 64 QAM	QPSK, 16 QAM, 64 QAM, 256 QAM
Guard Interval	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/128, 1/8, 19/256, 1/16, 1/32, 1/128
FFT Size	2k, 8k	1k, 2k, 4k, 8k, 16k, 32k
Scattered Pilots	8% of total	1%, 2%, 4%, 8% of total
Continual Pilots	2.0 % of total	0.4% - 2.4% (0.4% - 0.8% in 8k-32k)
Bandwith	6, 7, 8 MHz	1.7, 5, 6, 7, 8, 10 MHz
Typical data rate (UK)	24 Mbit/s	40 Mbit/s
Max. data rate (@20 dB C/N)	31.7 Mbit/s (Using 8 MHz)	45.5 Mbit/s (Using 8 MHz)
Required C/N Ratio (@24 Mbit/s)	16.7 dB	10.8 dB

DVB-T2 menggunakan modulasi *Orthogonal Frequency Division Multiplex* (OFDM) dengan jumlah besar *sub carriers* untuk mengirimkan sinyal. Teknologi ini menggunakan *coding* yang sama dengan DVB-S2 dalam hal koreksi kesalahan. *Low Density Parity Check* (LDPC) dikombinasikan dengan *Bose-Chaudhuri-Hocquengham* (BCH) adalah *coding* yang digunakan untuk mengatasi kinerja suatu kanal dengan *noise* maupun interferensi yang tinggi sehingga koreksi kesalahan dapat dilakukan dan diperoleh sinyal yang diinginkan. Selain itu, DVB-T2 menyediakan empat *mode* tambahan pada ukuran *Fast Fourier Transform* (FFT)



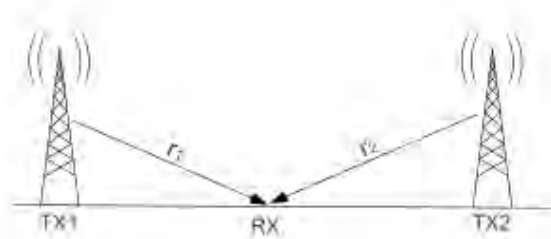
Gambar 2. 2 Arsitektur DVB-T2 [7].

Arsitektur DVB-T2 dapat diamati pada gambar 2.1. Pada gambar 2.1 audio/video masuk ke encoder MPEG4 untuk dikodekan. Setelah data audio/video mempunyai format MPEG-2 *Transport Stream* (TS) dan atau *Generic Stream* (GS) akan di multiplex dengan konten-konten lain seperti data EWS yaitu Sistem Peringatan Dini bencana alam (*Early Warning System/EWS*) adalah mekanisme pemberitahuan informasi bencana alam sedini mungkin pada suatu lokasi tertentu, *Program Specific Information* (PSI), *Electronic Program Guide* (EPG) network control. Hasil dari multiplex ini akan melalui transmitter, di dalam transmitter data akan melalui berbagai macam proses seperti modulasi, penambahan pilot, dan sebagainya. Data akan dipancarkan melalui antena. Penonton dapat mengakses layanan ini dengan menambahkan set top box DVB-T2 atau menggunakan penerima portable melalui internet .

2.3 DVB-T2 SISO/MISO

Selain menggunakan skema SISO dengan satu pemancar dan satu penerima, standar DVB-T2 mempunyai kemampuan untuk menerapkan *Multiple Input Single Output* (MISO), konfigurasi jaringan tidak tersedia di DVB-T. Perbedaan antara MISO dan jaringan penyiaran standar adalah jaringan MISO mentransmisikan dua sinyal dengan versi yang sedikit berbeda dari sinyal yang di inginkan dari sejumlah pemancar yang

berbeda pada waktu yang sama. Pemancar secara geografis terpisah satu sama lain. Dengan mentransmisikan beberapa sinyal yang diinginkan, jaringan ini mampu memperoleh keuntungan dari transmit diversity dalam rangka meningkatkan SNR sistem dan kemudian cakupan jaringan atau data rate [8].



Gambar 2. 3 Penerima dengan dua transmitter

Gambar 2.2 menggambarkan sistem komunikasi MISO dengan dua pemancar. Sebuah jaringan MISO DVB-T2 harus dilihat sebagai bentuk khusus dari SFN, dengan beberapa transmisi memerlukan sinkronisasi. Standar MISO DVB-T2 didasarkan pada bentuk modifikasi dari skema Alamouti. Salah satu manfaat utama dari skema ini adalah bahwa hal itu dapat diimplementasikan dengan cara yang relatif mudah yang membutuhkan kompleksitas tambahan sedikit di kedua sisi pengirim dan sisi penerima pada jaringan SFN.

2.4 Single Frequency Network (SFN)

Single Frequency Network (SFN) adalah suatu teknik pembentukan jaringan yang terdiri dari sejumlah pemancar tersinkronisasi yang semuanya memancarkan sinyal identik menggunakan kanal frekuensi yang sama. Pada SFN frekuensi yang digunakan harus sama (selisih Hz yang sangat kecil antar pemancarnya) serta waktunya harus sinkron agar delay dapat dikontrol. Penanda waktu akan dimasukkan oleh multiplexer ke dalam data stream yang terdistribusi ke pemancar. Penanda ini memungkinkan untuk mengontrol waktu di mana simbol tertentu dipancarkan dari pemancar. Sinyal yang terdelay sesuai di *buffer* yang panjangnya dinamis dan dikendalikan oleh referensi waktu dengan

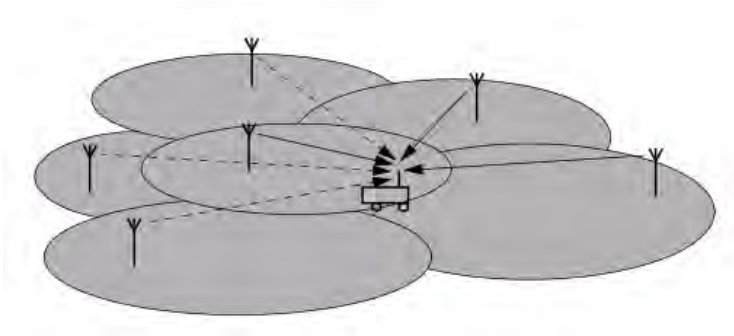
tingkat pengulangan dari 1 PPS (*Pulse per Second*). Total delay dari waktu ketika sinyal dikirim dari asalnya sampai ditransmisikan secara bersamaan dari semua pemancar akan diatur kemungkinan delay maksimum ditambah margin keamanan tambahan.

SFN dapat didesain untuk menyediakan distribusi kuat medan yang lebih merata di seluruh area di bandingkan dengan pemancar tunggal yang melayani suatu area. Pada jaringan SFN banyak lokasi penerima yang dicover lebih dari satu transmitter, sehingga ada *redundancy* dari sinyal yang diterima dan dapat meningkatkan servis *availability*[7] . Ada tiga tipe dari SFN yaitu :

- **Geometris** pada tipe ini berdasarkan pada ukuran atau geografis daerah cakupan. Hal ini dapat di definisikan sebagai besar, menengah, kecil atau, lebih kuantitatif yaitu lebih dari 100 km, 25 sampai 100 km, kurang dari 25 km radius.
- **Political** tipe ini mendefinisikan cakupan dalam yang lebih umum, yaitu sebagai nasional, regional atau lokal. Ini bisa rumit untuk direncanakan, secara standar internasional, sebagai ukuran geografis negara dan wilayah bervariasi dari satu negara ke negara.
- **Struktural** – tipe ini berhubungan dengan cakupan yang disediakan oleh infrastruktur pemancar tertentu. Sebuah Negara mungkin ingin terus menggunakan jaringan pemancar analog mereka untuk televisi digital, jadi misalnya, stasiun utama dan relay yang dapat beroperasi di SFN regional atau lokal. Atau, sebuah negara mungkin ingin menggunakan jaringan pemancar yang padat atau terdistribusi untuk area SFN yang luas. Cakupan kemudian disediakan oleh konfigurasi jaringan pemancar tertentu.

Keuntungan dari pemanfaatan SFN adalah efisiensi Spektrum, membutuhkan daya pancar yang lebih rendah dibandingkan dengan TV analog, Probabilitas cakupan lebih tinggi, dan mudah untuk melakukan guna ulang frekuensi maupun menambahkan gap filler/repeater[8]. Sementara itu kekurangannya adalah jaringan tidak bisa dipecah serta membutuhkan sinkronisasi seperti sinkronisasi frekuensi dan waktu. SFN ini sangat cocok diterapkan untuk model penerimaan TV secara mobile, karena dengan penggunaan SFN tidak perlu dilakukan tuning apabila

pindah ke lokasi lain. Contoh model jaringan SFN ditunjukkan dalam Gambar 2.3



Gambar 2. 4 Penerima dari beberapa pemancar SFN

Untuk jaringan SFN dengan beberapa pemancar x_n sinyal yang diterima $y(t)$ berubah menjadi [9]:

$$y(t) = \sum_{i=0}^n x_n(t) * h_n(t - \tau_n) \quad (2.1)$$

Dimana

- $h_n(t - \tau_n)$: kanal propagasi
- τ_n : delay relatif.
- $x(t)$: sinyal yang dikirimkan
- $r(t)$: sinyal yang diterima

Dari persamaan diatas dapat terlihat bahwa di dalam SFN sinyal yang diterima adalah superposisi dari semua sinyal yang datang dari setiap pemancar dalam satu jaringan. Prinsip dasar dari SFN tergantung pada sinkronisasi yang tepat antar pemancar dalam satu jaringan. Untuk melakukan sinkronisasi diperlukan acuan yang dapat digunakan yaitu menggunakan GPS (*Global Positioning System*) [1].

2.4.2 Lokasi Pemancar

Lokasi pemancar pada penyiaran televisi digital terrestrial dapat menggunakan lokasi yang ada, lokasi-lokasi baru, atau arsitektur jaringan alternatif. Parameter ini akan mempengaruhi variansi pilihan dari penyiaran digital terrestrial dan persyaratan frekuensi.

Jumlah lokasi pemancar dan jarak antar pemancar akan bervariasi dari negara ke negara dan akan tergantung pada sistem varian, modus penerimaan (fixed, portable atau mobile), ukuran negara dan situasi perbatasan. Untuk penyiaran terrestrial digital, jarak pemisahan antara situs transmitter dapat bervariasi bergantung pada besarnya guard interval yang digunakan.

Tabel 2. 2 Hubungan Guard Interval dengan Jarak antar Pemancar



Guard Interval			Distance <i>D</i> Max.
Value		Size	
1/4		224 μs	67km
1/8		112 μs	33km
1/16	1/4	56 μs	16km
1/32	1/8	28 μs	8km
	1/16	14 μs	4km
	1/32	7 μs	2km

2.4.1 SFN Gain

Selain sinkronisasi antar pemancar, SFN gain adalah parameter yang menunjukkan nilai gain atau interferensi pada jaringan SFN. Parameter ini harus dipertimbangkan ketika menggunakan jaringan SFN. Perhitungan SFN gain dapat dilakukan dengan beberapa metode. Pada banyak kasus SFN gain dihitung melalui pengukuran kuat medan untuk mendapatkan peningkatan secara statistik dari distribusi kuat medan[17]. Pada tugas akhir ini digunakan metodologi baru untuk mempelajari SFN Gain menggunakan simulasi. Pada metodologi ini SFN Gain di dapatkan pada

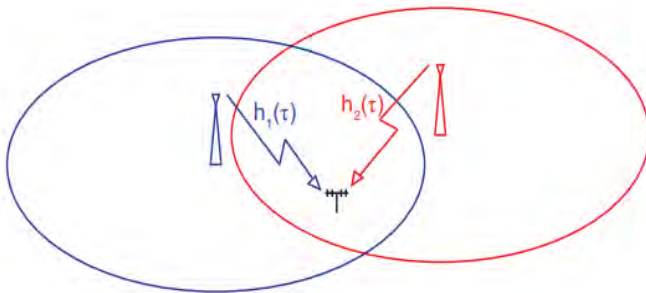
nilai *Carrier to Noise Ratio* (C/N) yang dihasilkan pada penerima. Nilai C/N ini selanjutnya akan mengevaluasi nilai SFN Gain yang dihasilkan.

SFN gain dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah *Power Imbalance* (PI). Faktor *Power Imbalance* (PI) di dalam mekanisme MISO adalah perbedaan daya relatif di penerima dari pemancar yang berbeda ($P_1 \neq P_2$). Mengingat bahwa dua pemancar yang terletak jauh satu sama lain, maka diasumsikan bahwa sinyal yang dari setiap pemancar yang dikirim akan melalui dua saluran independen. Namun, karena penerima tidak selalu terletak hanya di antara dua pemancar, faktor *power imbalance* harus diperkenalkan antara dua sinyal yang datang[10].

SFN Gain/Degradasi dapat ditentukan berdasarkan perhitungan MISO gain, Degradasi terjadi ketika nilai MISO gain tidak lebih besar dari 1 dB[14], dimana nilai MISO gain didapatkan dari[9] :

$$MISO \text{ Gain (dB)} = C/N_{SISO} \text{ (dB)} - C/N_{MISO} \text{ (dB)}$$

Karena adanya hubungan logaritmik, dengan tanda negatif menunjukkan bahwa rasio kurang dari nol sehingga apabila nilai MISO gain bernilai negatif akan menunjukkan parameter degradasi pada jaringan SFN tersebut.



Gambar 2. 5 Sinyal yang diterima diantara dua sinyal yang datang[10]

2.5 Link Budget

Link budget merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui path loss pada link broadcast maupun komunikasi tergantung model kanalnya. Banyak model kanal yang dapat digunakan untuk menghitung link budget, misalnya Walfish Ikegami, Okumura Hata, Cost-

231, dan sebagainya. Pada tugas akhir ini digunakan metode Okumura Hata dengan pertimbangan range frekuensi, jenis daerah, dan jarak. Untuk menghitung link budget diperlukan besar daya pancar, frekuensi, tinggi pemancar, tinggi penerima. Serta gain keduanya. Daya pancar TV digital dibagi menjadi 3 golongan [11]:

1. High Power
Pemancar digolongkan dalam kategori ini apabila mempunyai ERP lebih dari sama dengan 10 kWatt atau 40 dBW.
2. Medium Power
Suatu pemancar dapat digolongkan menjadi medium power atau daya menengah apabila mempunyai ERP kurang dari 10 kWatt atau 40 dBW dan lebih dari sama dengan 250 Watt atau 24 dBW.
3. Low Power
Low power atau pemancar berdaya rendah mempunyai ERP kurang dari 250 Watt atau 24 dBW.



Gambar 2. 6 Link propagasi dari pemancar ke penerima

Pathloss suatu link broadcast dapat diketahui dengan rumus Okumura Hata[12],

$$Loss_{(urban)}(dB) = A + B \log(d) \quad (2.2)$$

dimana A dan B bergantung pada frekuensi dan tinggi antenna, baik antenna pemancar maupun antenna penerima.

$$A = 69.55 + 26.16 \log(fc) - 13.82 \log(htx) - a(hrx)$$

$$B = 44.9 - 6.55 \log(hrx)$$

dimana :

f_c = frekuensi pembawa (MHz)
 h_{tx} = tinggi antena pemancar (meter)
 h_{rx} = tinggi antena penerima (meter)
 d = jarak (Km)
 L = pathloss (dB)
 $a(h_{rx})$ = factor koreksi.

Nilai faktor koreksi bergantung pada jenis daerahnya, berikut merupakan klasifikasinya:

Metropolitan

$$a(h_{rx}) = \begin{cases} 8.29(\log(1.54h_{rx}))^2 - 1.1 & \text{untuk } f_c \leq 200\text{Mhz} \\ 3.2(\log(11.75h_{rx}))^2 - 4.79 & \text{untuk } f_c \geq 400\text{Mhz} \end{cases} \quad (2.3)$$

Urban (Medium/small city)

$$a(h_{rx}) = (1.1 \log(f_c) - 0.7)h_{rx} - (1.56 \log(f_c) - 0.8) \quad (2.4)$$

Sedangkan untuk daerah suburban persamaan pathloss berubah menjadi :

$$Loss (dB) = Loss_{(urban)} - 2 \left[\log \left(\frac{f_c}{28} \right) \right]^2 - 5.4 \quad (2.5)$$

Sedangkan untuk daerah rural persamaan pathloss berubah menjadi :

$$Loss(dB) = Loss_{(urban)} - 4.78(\log f_c)^2 - 18.33 \log f_c - 40.98 \quad (2.6)$$

Kriteria dari metode Okumura Hata adalah:

Frekuensi	: 150-1500MHz
Tinggi antena pemancar	: 30-200 meter
Tinggi antena penerima	: 1-10 meter
Jarak	: >1 km

Suatu daerah dapat digolongkan menjadi daerah metropolitan apabila daerah tersebut terdapat banyak gedung tinggi dan bangunan besar. Daerah urban dapat dikatakan sebagai kota kecil atau kota tingkat menengah dimana pada daerah tersebut terdapat hanya beberapa bangunan bertingkat dengan ukuran yang tidak terlalu besar. Suburban merupakan daerah pedesaan dimana pada daerah tersebut banyak pepohonan dan perumahan penduduk. Kategori terakhir adalah daerah rural atau open merupakan daerah persawahan yang luas tidak terlalu banyak pepohonan. Untuk memodelkan jenis daerah akan digunakan daerah metropolitan dan daerah urban. Kota yang tergolong metropolitan adalah Surabaya, Jakarta, Bandung, Semarang, dan Jogja. Sedangkan selain itu termasuk daerah urban karena didalam wilayah layanan tersebut tidak hanya terdapat gedung besar, tetap masih terdapat perumahan penduduk dan area persawahan.

ERP (Effective Radiated Power) merupakan daya yang dipancarkan oleh antena. ERP dapat dicari dengan rumus:

$$ERP \text{ (dBm)} = Ptx + Gtx - Loss \text{ Kabel} \quad (2.7)$$

dimana:

ERP : daya yang dipancarkan antena (dBm)

Ptx : daya pemancar (dBm)

Gtx : gain pemancar (dB)

Loss kabel : rugi-rugi kabel coaxial / *feeder*(dB/100m).

Level daya terima pada penerima dapat dicari dengan rumus:

$$Prx \text{ (dBm)} = ERP - Loss \text{ Propagasi} \quad (2.8)$$

2.6 Carrier to Noise Ratio

Salah satu parameter kunci untuk menguji kinerja sistem penyiaran digital adalah nilai C/N (rasio RF *carrier* dan *noise*) sebagai persyaratan untuk mencapai ambang batas yang setara dengan *Quasi Error Free* (QEF) yaitu kurang dari satu nilai kesalahan yang terjadi per jam transmisi pada 5 bMbit/s decoder layanan TV pada penerima. Nilai C/N akan tergantung pada sifat propagasi karakteristik saluran di receiver sasaran[9] dimana persamaan C/N adalah sebagai berikut :

$$C/N \text{ (dB)} = Carrier \text{ Power} - Noise \text{ Power} \quad (2.9)$$

Dimana nilai dari daya carrier dan daya noise adalah[13] :

$$\text{Carrier Power (dB)} = ERP + G_{rx} - \text{Loss} \quad (2.10)$$

$$\text{Noise Power (dB)} = F + 10\log(kT_sB_n) \quad (2.11)$$

Keterangan :

F = receiver noise figure (6 dB)[14]

k = konstanta boltzman (1.38×10^{-23})

T_s = Suhu ruangan (290° K)

B_n = Receiver noise bandwith (channel 8 MHz=7.61 MHz)[15]

2.7 DTA-2131

DTA-2131 merupakan merupakan perangkat yang dapat mengukur dan menguji performansi pada penerima televisi digital. Perangkat ini dilengkapi dengan *Tuner*, *I/Q demodulator*, *sample rate converter*, dan teknologi *Software Defined Radio* (demodulasi). DTA-2131 dapat menerima beberapa standar televisi digital seperti DVB-C2 dan DVB-T2. Spesifikasi DTA-2131 adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 3 Spesifikasi DTA-2131

Parameter		Nilai
RF Input		75-Ω F Female
Input Return Loss		> 8 dB
Tunning Range		42-870 MHz
Bandwith		1.7, 6, 7, 8, 10 MHZ
Input Sensitivity		-90 sampai -20 dBm
I/Q Sample Rate		1.25 - 40 MSPS
I/Q Sample Size		16 bit I +16 bit Q
SNR		50 dB
Metrology	MER	10 – 42 dB
	RF Level	-90 sampai -20 dBm
	RF Level Accuracy	± 3 dB
Power Consumption		4.7 typ
Suhu Ruangan		0-45° C
PCI Express		V1.1; PCIe x1; Low Profile

2.8 Kondisi Geografis wilayah Gerbangkertasusila

Gerbangkertasusila terdiri dari 6 kota meliputi kota Surabaya sebagai kota inti dan kota atau kabupaten yang berdampingan dengan kota Surabaya yaitu : Kabupaten Gresik, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Mojokerto, Kota Mojokerto, Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Lamongan. Kawasan Gerbangkertasusila merupakan kawasan metropolitan terbesar kedua di Indonesia yang berpusat di Surabaya, kawasan ini serupa dengan istilah Jabodetabek dengan pusat di Jakarta

a. Gresik

Terletak di sebelah barat kota Surabaya dan merupakan salah satu bagian dari wilayah Gerbangkertasusila. Area total mencapai 1,137.05 km² (439.02 mil persegi) dengan suhu rata-rata 29° C, angin pada 10 km / jam, dan Kelembaban 74%

b. Bangkalan

Kabupaten Bangkalan adalah sebuah kabupaten di Pulau Madura, Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Ibukotanya adalah Bangkalan. Kabupaten ini terletak di ujung paling barat Pulau Madura; berbatasan dengan Laut Jawa di utara, Kabupaten Sampang di timur serta Selat Madura di selatan dan barat. Luasnya mencapai 1.144 km² dengan suhu rata-rata 29° C, angin pada 10 km / jam, dan Kelembaban 74%

c. Mojokerto

Kota Mojokerto adalah sebuah kota (dahulu daerah tingkat II berstatus kotamadya) di Jawa Timur, Indonesia. Terletak 50 km barat daya Surabaya, wilayah kota ini dikelilingi oleh Kabupaten Mojokerto. Luas area mencapai 16,46 km² dengan suhu cuaca 29°C, kecepatan angin pada 10 km / jam, dan kelembaban 74%.

d. Surabaya

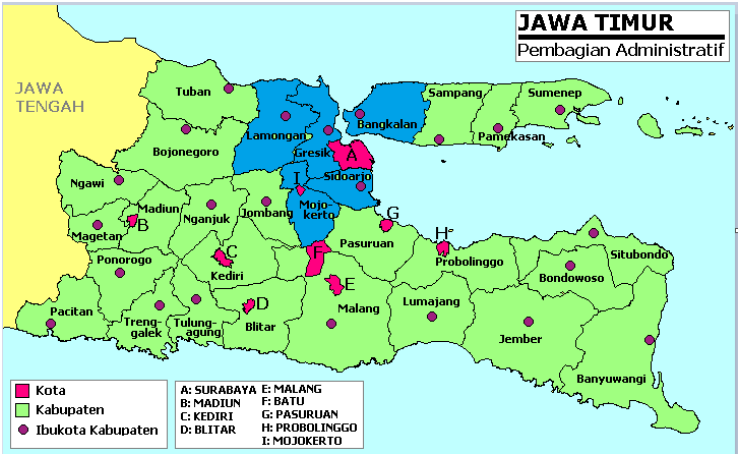
Surabaya kota terbesar kedua setelah DKI Jakarta di Indonesia dengan jumlah penduduk lebih dari 3,1 juta pada tahun 2012, dan merupakan ibukota Provinsi Jawa Timur. Luas area mencapai 105,8 mil persegi (274,1 km²) dengan suhu 29° C, kecepatan angin pada 10 km/jam, serta kelembaban 74%.

e. Sidoarjo

Sidoarjo merupakan kota yang berbatasan langsung dengan Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik di utara, Kabupaten Pasuruan di selatan, Kabupaten Mojokerto di barat dan oleh Selat Madura di sebelah timur. Luas wilayahnya mencapai 634,89 km².

f. Lamongan

Lamongan adalah sebuah kabupaten di Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Ibukotanya adalah Lamongan. Kabupaten ini berbatasan dengan Laut Jawa di utara, Kabupaten Gresik di timur, Kabupaten Mojokerto dan Kabupaten Jombang di sebelah selatan, serta Kabupaten Bojonegoro dan Kabupaten Tuban di sebelah barat. Luas wilayahnya 1.812,80 km² dengan suhu 29°C, kecepatan angin 10 km/jam, dan kelembaban 74%



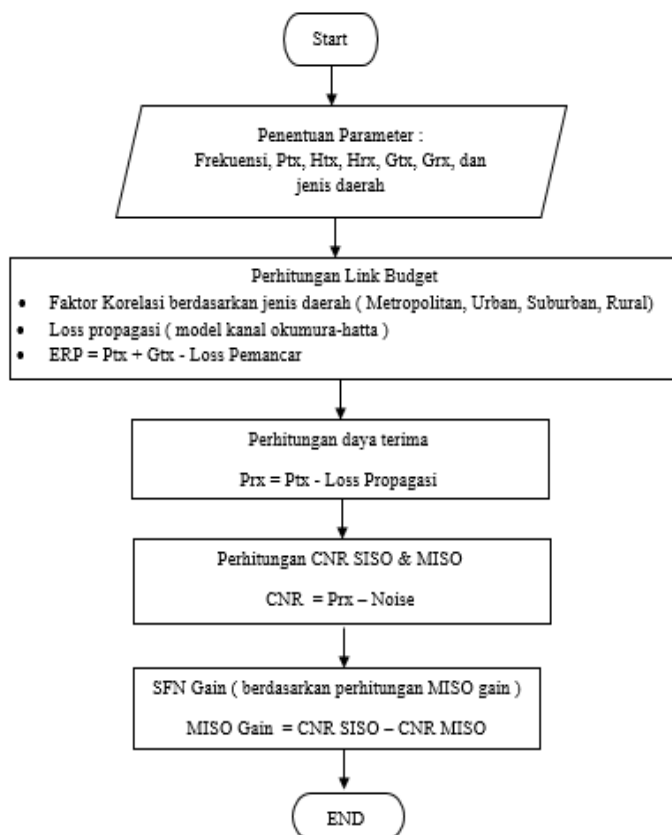
Gambar 2. 7 Wilayah Gerbangkertasusila

BAB 3

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

3.1 Desain Evaluasi Sistem

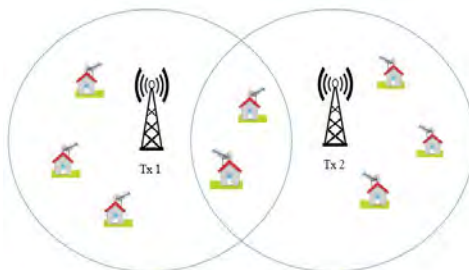
Secara garis besar perancangan sistem terbagi menjadi 6 blok besar seperti digambarkan pada Gambar 3.1 berikut :



Gambar 3. 1 Blok Diagram Simulasi Sistem

Topologi jaringan penyiaran televisi digital pada umumnya dijelaskan pada Gambar 3.2. Sinyal televisi yang dipancarkan dari antenna pemancar dengan *coverage* tertentu akan diterima oleh penerima di masing-masing rumah. Pemancar akan memancarkan siaran sebesar daerah *coverage* yang dijangkaunya.

Pada setiap penerima di area *coverage* dapat menerima siaran hanya dari satu pemancar (SISO), namun ada juga penerima yang terletak pada area *coverage* pemancar yang saling *overlap* sehingga menerima siaran dari dua pemancar (MISO). Antar pemancar merupakan jaringan SFN yang telah tersinkronisasi. Evaluasi di penerima di lakukan untuk melihat kualitas SFN dari tiap pemancar.



Gambar 3. 2 Jaringan SFN dengan dua Pemancar

3.2 Penentuan Parameter

Penentuan parameter perlu dilakukan sebelum melakukan proses perhitungan dan evaluasi. Parameter awal diambil dari beberapa referensi seperti Peraturan Pemerintah, Keputusan Menteri dan data yang telah tersedia.

Pada Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika No.23 Tahun 2011 menyebutkan bahwa frekuensi radio yang digunakan untuk keperluan televisi siaran digital terestrial adalah pada pita frekuensi 478-694 MHz[3]. Penentuan kanal yang digunakan untuk masing-masing kota di tiap zona layanan berdasarkan lampiran tiga Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia nomor: 23 tahun2011 tentang Rencana Induk (*Masterplan*) Frekuensi Radio untuk Keperluan Televisi Siaran Digital Terestrial pada Pita Frekuensi Radio 478-694 MHz.

Pada tugas akhir ini wilayah yang di evaluasi terbatas pada daerah Gerbangkertasusila, karena terdapat dua konfigurasi yang akan dievaluasi MISO dan SISO maka dibutuhkan dua pemancar. Penentuan lokasi pemancar awal berdasarkan lokasi pemancar televisi swasta yang telah ada di Surabaya sebelumnya. Berdasarkan hasil seleksi LPPPM (Lembaga Penyiaran Penyelenggara Penyiaran Multipleksing) Nomer 04/TIM/SEL/TVDDTT/ZONA/7/2012 tanggal 30 Juni 2012 tentang pemenang tender seleksi televisi digital, tim seleksi LPPPM menetapkan hasil seleksi seperti tertera pada tabel 3.1

Tabel 3. 1 Pemenang Seleksi LPPPM

No	Nama Badan Hukum	Nama sebutan di Udara	Zona Layanan
1	PT. Cakrawala Andalas Televisi	ANTV	Zona 5 (Jawa Barat) Zona 7 (Jawa Timur)
2	PT. Global Informasi Bermutu	Global TV	Zona 6 (Jawa Tengah) Zona 7 (Jawa Timur)
3	PT. Media Televisi Indonesia	Metro TV	Zona 4 (DKI Jakarta & Banten) Zona 5 (Jawa Barat) Zona 6 (Jawa Tengah) Zona 7 (Jawa Timur)
4	PT. Surya Citra Televisi	SCTV	Zona 4 (DKI Jakarta & Banten) Zona 7 (Jawa Timur)
5	PT. Televisi Transformasi Indonesia	Trans TV	Zona 4 (DKI Jakarta & Banten) Zona 5 (Jawa Barat) Zona 6 (Jawa Tengah) Zona 7 (Jawa Timur)

Selain lima stasiun televisi pada tabel 3.1 sesuai dengan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomer 22/PER/M.KOMINFO/11/2011 menetapkan Lembaga Penyiaran Publik TVRI sebagai LPPPM yang berlaku secara nasional tanpa melalui proses seleksi dengan menggunakan satu kanal frekuensi radio di setiap wilayah layanan.

Berdasarkan lokasi pemancar televisi tersebut dan televisi lokal yang berada di Gerbangkerta susila maka dipilih tujuh lokasi pemancar karena digunakan jaringan SFN digunakan frekuensi yang sama pada tujuh pemancar seperti disebutkan pada Tabel 3.2 berikut :

Tabel 3. 2 Lokasi Pemancar dan Daya Pancar

Pemancar	Kota	Lokasi Pemancar		Daya (kW)	Frekuensi (MHz)
		Longitude	Latitude		
Tx 1	Surabaya	112°40'33.00"E	7°16'27.00"S	30	586
Tx 2	Surabaya	112°42'41.32"E	7°17'23.59"S	30	586
Tx 3	Surabaya	112°44'8.99"E	7°15'36.46"S	30	586
Tx 4	Surabaya	112°43'52.79"E	7°19'11.84"S	30	586
Tx 5	Surabaya	112°44'20.22"E	7°17'24.40"S	30	586
Tx 6	Sidoarjo	112°41'44.81"E	7°26'44.75"S	20	586
Tx 7	Lamongan	112°25'0.22"E	7° 7'4.21"S	20	586

Parameter lain yang harus diperhatikan adalah nilai kuat medan minimal pada titik terluar adalah 42.6 dB μ V [3] tetapi perangkat masih dapat menerima kuat medan sampai dengan 38 dB μ V dan rasio proteksi untuk co-channel 20 dB [16].

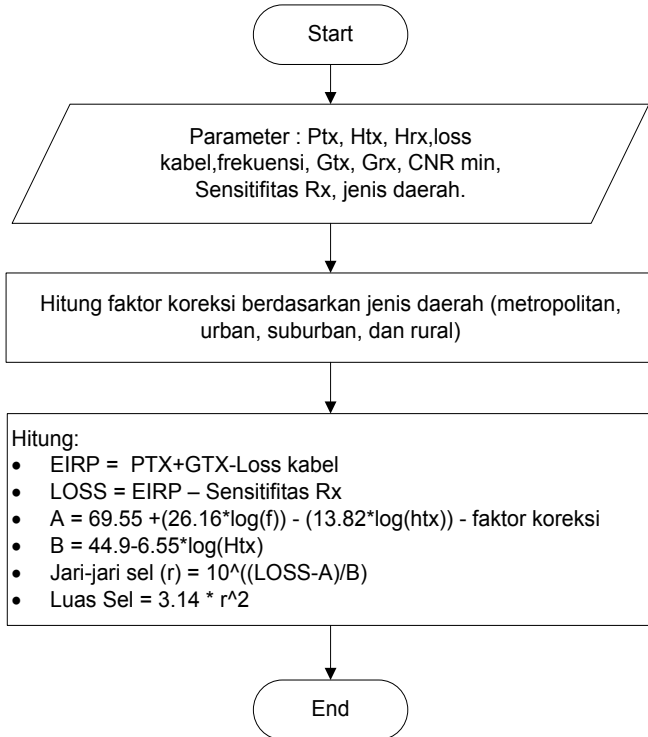
3.3 Perhitungan Link Budget

Tahap awal dari simulasi adalah mengetahui berapa jari-jari pemancar, untuk mengetahui jari-jari pemancar maka perlu dilakukan perhitungan link budget. Perhitungan link budget menggunakan rumus okumura-hatta yang telah dibahas pada bab II. Parameter Htx merupakan ketinggian antenna pemancar, nilainya ditentukan berdasarkan ketinggian antenna pemancar yang akan digunakan. Pada tugas akhir ini ditentukan ketinggian antenna pemancar 115 meter apabila lokasi pemancar di daerah dataran rendah di daerah urban dan 150 meter apabila lokasi pemancar di daerah dataran rendah di daerah metropolitan, nilai tersebut bisa berubah apabila dibutuhkan coverage yang lebih luas.

Daya pancar pengirim (Ptx) merupakan daya yang dimiliki oleh transmitter belum termasuk gain antenna. Daya yang dipancarkan antenna (ERP) diperoleh dari daya transmitter ditambah dengan gain antenna. Daya transmitter yang digunakan 20 kW atau 43.01 dBW untuk daerah urban dan 30kW atau 44.77dBW untuk daerah perkotaan / metropolitan[17].

Frekuensi yang digunakan adalah 586 MHz (Kanal 35)[3]. Hal ini mengacu pada Permen 23/2011 yang menyebutkan wilayah Gerbangkertasusila yang terletak di zona 7 menggunakan nomer kanal 29, 32, 35, 38, 40 dan 41 . Di Indonesia menggunakan bandwidth 8 MHz, untuk menghindari adjacent channel pemerintah memberikan jarak 1 kanal di tiap wilayah layanan.

Perhitungan link budget menggunakan metode okumura–hatta dengan pertimbangan range frekuensi, jenis daerah, dan jarak. seperti yang telah dijelaskan pada bab dua.



Gambar 3. 3 Diagram alir perhitungan link budget

Dari simulasi maka akan diperoleh jari-jari sel tiap pemancar. Daya pemancar, gain antenna, frekuensi, tinggi pemancar, dan jenis daerah akan mempengaruhi panjang pendeknya jari-jari sel.

3.4 Perhitungan Daya Terima pada Suatu Wilayah Layanan

Coverage pemancar berguna untuk mengetahui berapa luas pemancar dengan pemancar diasumsikan berada di tengah. Dengan luas coverage

tersebut akan di ujikan ke beberapa lokasi penerima di wilayah Gerbangkertasusila.

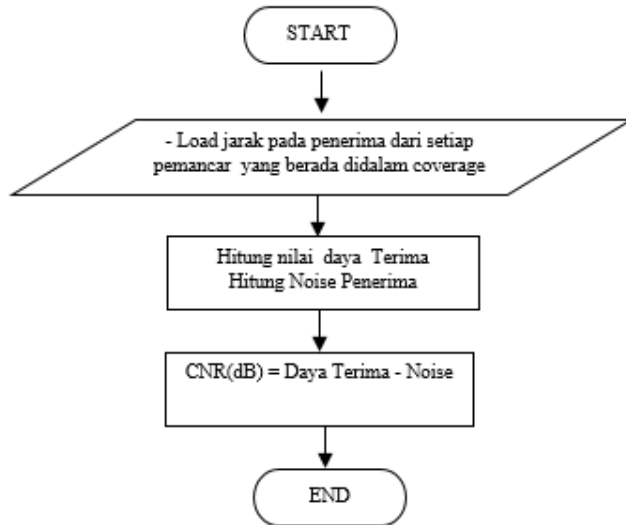
Tabel 3. 3 Lokasi Penerima

Kota	Kecamatan
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat
	Rungkut, Surabaya Timur
	Semampir, Surabaya Utara
	Benowo, Surabaya Barat
	Karangpilang, Surabaya Selatan
Sidoarjo	Sedati
	Tanggulangun
Gresik	Driyorejo
	Gresik
Mojokerto	Mojosari
	Ngoro
Lamongan	Babat
	Kembang
Bangkalan	Bangkalan
	Tanah Merah

Dari setiap lokasi pemancar akan diukur jarak dari pemancar ke setiap titik penerima menggunakan *google earth*. Jika jarak pemancar ke tiap titik penerima telah diketahui maka langkah selanjutnya adalah mencari level daya terima. Level daya terima merupakan hasil pengurangan antara ERP dan Loss.

3.5 Perhitungan CNR

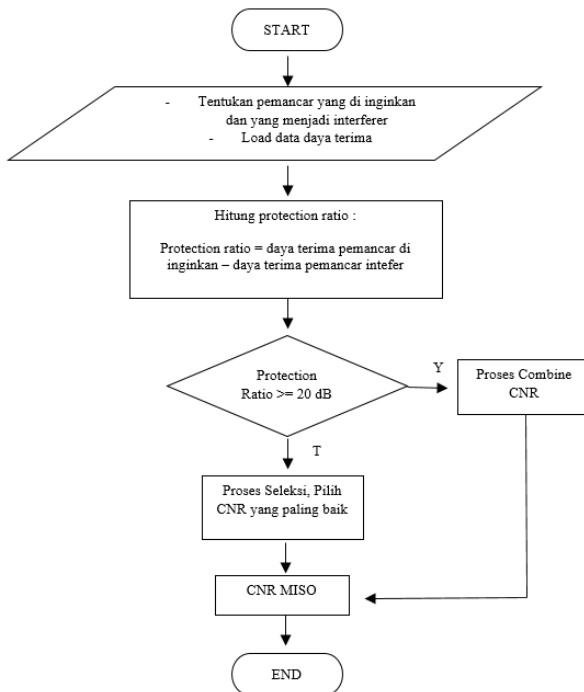
Setelah mendapatkan daya pada tiap titik penerima maka dilakukan pengujian nilai *Carrier to Noise Ratio* pada setiap penerima sebagai parameter evaluasi dari SFN Gain. Dipilih nilai CNR sebagai parameter evaluasi dikarenakan nilai CNR diukur setelah proses modulasi yaitu pada sinyal baseband. Nilai CNR bergantung pada kondisi propagasi pada kanal. Pada skema SISO nilai CNR dihitung akan dari nilai daya yang diterima dari satu penerima dikurangi dengan noise pada penerima.



Gambar 3. 4 Perhitungan CNR pada Skema SISO

Sedangkan pada skema MISO, nilai CNR didapatkan dengan membandingkan dua daya yang diterima melalui dua pemancar, apabila penerima tersebut berada di daerah overlap antara dua pemancar maka perlu mempertimbangkan pengaruh protection ratio antar *co-channel*.

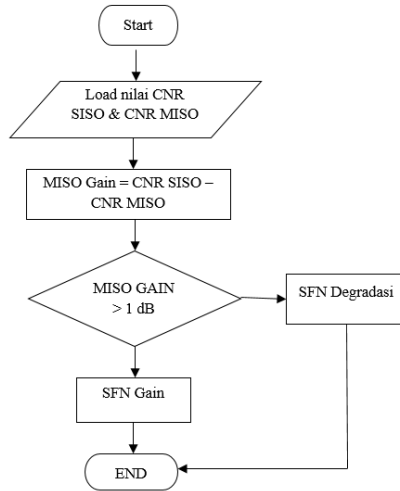
Protection ratio diperoleh dari nilai daya terima pemancar yang diinginkan dikurangi daya terima pemancar interferer (protection ratio = $Pr_{want}(dB) - Pr_{interferer}(dB)$). Threshold protection ratio untuk co-channel adalah 20dB[3]. Dari kasus ini diambil keputusan apa yang harus dilakukan apabila protection ratio $\geq 20dB$ dan apabila protection ratio $< 20dB$. Untuk protection ratio yang mempunyai nilai $\geq 20dB$ akan dilakukan proses combine, sedangkan untuk protection ratio yang $< 20dB$ akan dilakukan proses seleksi. Proses combine akan melibatkan daya yang diterima, dimana daya terima akan dijumlahkan secara linier lalu di log kembali. Sedangkan proses seleksi akan memilih sinyal dengan CNR yang lebih tinggi di daerah tersebut. Diagram alur proses perhitungan CNR MISO digambarkan pada Gambar 3.5 berikut :



Gambar 3. 5 Diagram alir perhitungan CNR MISO

3.6 Perhitungan MISO Gain

Setelah melakukan pengujian nilai *Carrier to Noise Ratio* pada setiap penerima sebagai parameter evaluasi dari SFN Gain, parameter selanjutnya adalah perhitungan MISO Gain. Nilai MISO gain adalah perbedaan antara nilai *carrier-to-noise* dalam kondisi SISO dan MISO. Gambar 3.6 menjelaskan proses perhitungan nilai MISO Gain. Perhitungan nilai MISO Gain ini akan menentukan apakah terjadi SFN Gain/Degradasi pada jaringan SFN yang ada. Degradasi terjadi ketika nilai MISO gain tidak lebih besar dari 1 dB[14].



Gambar 3. 6 Perhitungan MISO Gain

3.7 Skenario Pengujian

Skenario untuk evaluasi sistem monitoring TV digital DVB-T2 ini dibutuhkan untuk melakukan validasi dan analisis data. Pada bagian ini menjelaskan metode dan skenario dalam pengambilan dan analisis data.

3.7.1 Skenario Pengujian SISO

Dari tiap lokasi penerima akan di evaluasi nilai CNR yang didapatkan. Nilai CNR yang di dapatkan akan mengevaluasi kualitas SFN gain yang dihasilkan. Terdapat dua macam pengujian pada konfigurasi SISO yaitu :

1. Pengujian menggunakan simulasi Matlab

Pada pengujian ini dilakukan simulasi dengan lokasi pemancar dan penerima berlokasi di ITS, dengan jarak tersebut akan dihitung nilai daya yang diterima beserta CNR yang didapatkan

2. Pengujian menggunakan DTA-2131

Selain menggunakan matlab akan dilakukan validasi hasil pengukuran menggunakan software penerima DTA-2131 dengan menggunakan frekuensi pada kanal yang sama

3.7.2 Skenario Pengujian MISO

Pada skenario pengujian MISO akan dilakukan kombinasi terhadap tujuh pemancar.

Tabel 3. 4 Kombinasi pengujian MISO

Kombinasi	Pemancar 1	Pemancar 2
1	Tx1	Tx2
2	Tx1	Tx3
3	Tx1	Tx4
4	Tx1	Tx5
5	Tx1	Tx6
6	Tx1	Tx7
7	Tx2	Tx3
8	Tx2	Tx4
9	Tx2	Tx5
10	Tx2	Tx6
11	Tx2	Tx7
12	Tx3	Tx4
13	Tx3	Tx5
14	Tx3	Tx6
15	Tx3	Tx7
16	Tx4	Tx5
17	Tx4	Tx6
18	Tx4	Tx7
19	Tx5	Tx6
20	Tx5	Tx7
21	Tx6	Tx7

Dari 21 kombinasi tersebut akan dilakukan evaluasi nilai CNR yang dihasilkan dan pengaruhnya dari *power imbalance* antar pemancar.

BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

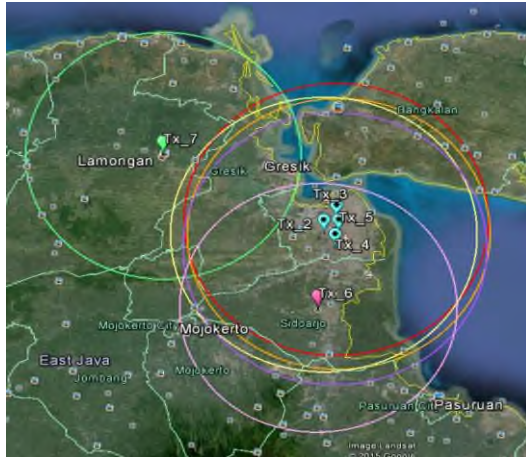
4.1 Konfigurasi Pemancar

Pada konfigurasi digunakan metode SFN. Jaringan pada konfigurasi ini diseting menggunakan frekuensi yang sama. Perhitungan dilakukan wilayah Gerbangkertasusila. Di wilayah ini terdapat tujuh titik pemancar. Untuk perhitungan *link budget* dengan okumura hata diperlukan daya pemancar, gain antena, jenis daerah, tinggi antena pemancar, dan frekuensi yang digunakan. Tabel 4.1 menunjukkan hasil perhitungan link budget dari tujuh pemancar.

Tabel 4. 1 Perhitungan Link Budget

Pemancar	Kota	F (MHz)	P (kW)	H (m)	R (Km)	Luas (Km ²)
Tx 1	Surabaya	586	30	150	31	2998.1
Tx 2	Surabaya	586	30	150	31	2998.1
Tx 3	Surabaya	586	30	150	31	2998.1
Tx 4	Surabaya	586	30	150	31	2998.1
Tx 5	Surabaya	586	30	150	31	2998.1
Tx 6	Sidoarjo	586	20	115	29	2645.2
Tx 7	Lamongan	586	20	115	29	2645.2

Daya yang digunakan berbeda-beda karena menyesuaikan dengan jenis daerahnya, misalnya untuk kota Surabaya menggunakan daya 30 kW karena Surabaya merupakan kota besar (metropolitan) sedangkan untuk Sidoarjo dan Lamongan menggunakan daya yang lebih kecil karena merupakan daerah urban (medium city). Frekuensi yang digunakan ditentukan berdasarkan peraturan menteri no.23/2011. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan diperoleh jari-jari sekitar 29 km untuk daya 20 kW di daerah urban dan 31 km untuk daya 30 kW di daerah metropolitan. Frekuensi mempunyai pengaruh dalam besarnya frekuensi, semakin rendah frekuensi akan semakin besar daerah cakupan. Pada gambar 4.1 menunjukkan hasil *plotting* dari ketujuh pemancar.



Gambar 4. 1 Gambar hasil plot coverage ideal

4.2 Pengujian SISO

4.2.1 Pengujian SISO menggunakan Matlab

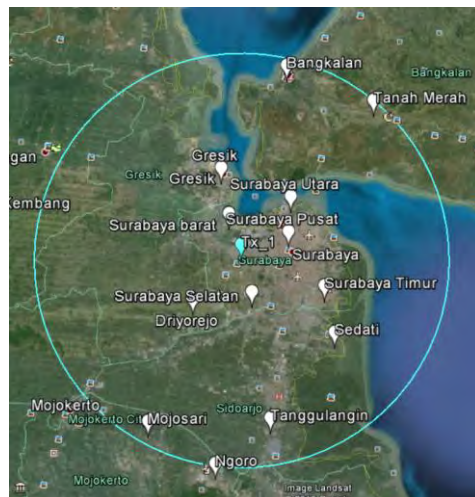
Pada pengujian SISO dengan tiap titik penerima pada suatu coverage pemancar tertentu akan di lakukan evaluasi dengan mengamati nilai daya yang diterima dan nilai CNR yang dihasilkan. Pertama yang akan dievaluasi adalah titik penerima yang tercover oleh pemancar 1(Tx1)

Tabel 4. 2 Contoh Daya Terima dan CNR pada Pemancar 1

Kota	Kecamatan	Jarak dari Pemancar (Km)	Pr (dBm)	CNR (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	7.35	-39.35	59.81
	Rungkut, Surabaya Timur	13.9	-47.60	51.55
	Semampir, Surabaya Utara	10.3	-43.72	55.43
	Benowo, Surabaya Barat	4.98	-34.31	64.85
	Karangpilang, Surabaya Selatan	7.14	-38.97	60.18
Sidoarjo	Sedati	19.19	-51.78	47.37
	Tanggulangin	26.16	-55.79	43.36

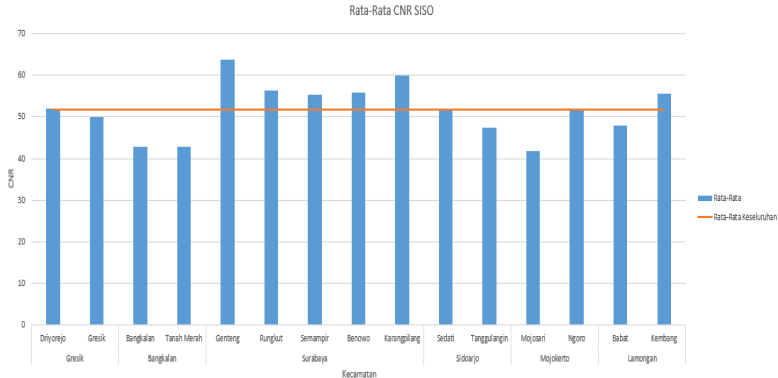
Kota	Kecamatan	Jarak dari Pemancar (Km)	Pr (dBm)	CNR (dB)
Gresik	Driyorejo	10.85	-44.39	54.76
	Gresik	11.96	-45.66	53.50
Mojokerto	Mojosari	29.66	-57.42	41.73
Bangkalan	Bangkalan	27.66	-56.52	42.64
	Tanah Merah	29.07	-57.16	41.99

Dari pemancar 1 dengan jari-jari coverage 31 km didapatkan beberapa titik penerima dengan jarak dari pemancar yang bervariasi. Dapat diamati semakin jauh letak penerima dari pemancar maka semakin kecil daya yang diterimanya dan semakin kecil pula nilai CNR yang dihasilkan. Pada Tabel 4.2 terlihat penerima yang berlokasi di daerah Karangpilang Surabaya yang berjarak 7.41 km dari pemancar, daya yang diterima sebesar -39.35 dBm dan nilai CNR sebesar 59.81 dB sedangkan penerima yang berada di Tanah Merah Bangkalan yang berjarak 29.07 km dari pemancar hanya menerima daya sebesar -57.16 dBm dan nilai CNR sebesar 41.99 dB.



Gambar 4. 2 Gambar hasil plot coverage pemancar 1

Selanjutnya di lakukan perhitungan CNR hal yang sama kepada ketujuh pemancar lainnya dengan setiap penerima di daerah cakupannya. Dari ketujuh pemancar tersebut didapatkan nilai CNR rata-rata seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.3



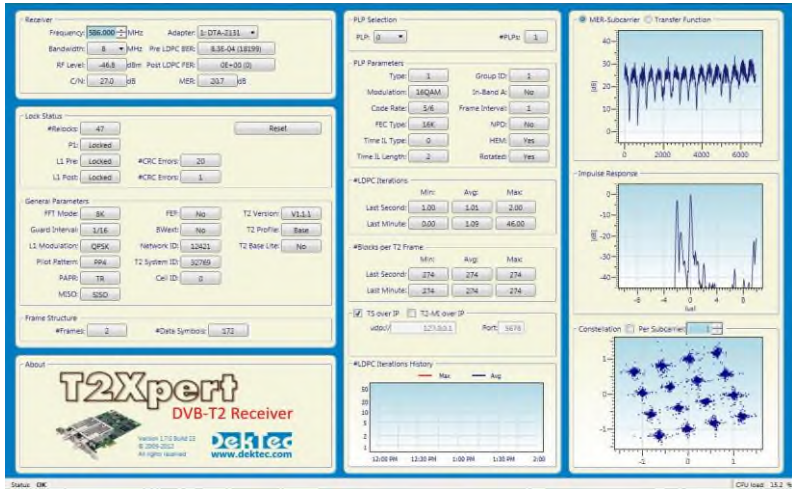
Gambar 4. 3 Rata-Rata Nilai CNR pada Skema SISO

Dari Gambar 4.3 terlihat nilai CNR paling tinggi adalah pada penerima berada di kecamatan Genteng Surabaya dengan nilai CNR sebesar 63.7 dB, ini dikarenakan pada lokasi kecamatan Genteng berada sekitar 1.75 km dari lokasi pemancar 3, semakin dekat jarak penerima dengan lokasi pemancar maka semakin tinggi nilai CNR yang di dapatkan. Pada lokasi Babat, dan Kembang hanya dapat dijangkau oleh satu pemancar yaitu pada pemancar 7. Nilai rata-rata global CNR SISO dari seluruh wilayah adalah sebesar 51.63 dB, berdasarkan nilai CNR ini terlihat pada Kecamatan Driyorejo, Ngoro, Kembang, dan seluruh kecamatan di wilayah Surabaya memiliki nilai rata-rata CNR SISO lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata CNR keseluruhan seluruh wilayah, hal ini berbeda dengan daerah Bangkalan dan Tanah Merah madura yang memiliki nilai rata-rata CNR SISO lebih rendah dibandingkan nilai rata-rata CNR keseluruhan seluruh wilayah yaitu sebesar 42.78 dB.

4.2.2 Pengujian SISO Menggunakan DTA -2131

Selain menggunakan matlab, dilakukan validasi dengan menggunakan software penerima DVB-T2 DTA-2131. Pemancar yang

diamati adalah stasiun televisi TVRI pada frekuensi yang sama yaitu 586 MHz pada kanal 35 dan penerima berada di Laboraturium AJ 404 Teknik Elektro ITS Sukolilo Surabaya



Gambar 4. 4 Pengukuran menggunakan DTA-2131

Dari hasil pengukuran terlihat pada frekuensi 586 MHz didapatkan Jarak antara pemancar TVRI Surabaya dengan penerima di teknik Elektro ITS Surabaya adalah sepanjang 9.41 km. Pada pengukuran menggunakan DTA-2131 didapatkan level RF sebesar -46.8 dBm dan nilai CNR sebesar 27.0 dB. Jika kita lihat nilai RF sinyal yang diterima terdapat tanda minus hal ini dikarenakan adanya hubungan logaritmik, dengan tanda negatif menunjukkan bahwa rasio kurang dari nol. - 46.8 dBm berarti sinyal yang diterima sebesar 20.892 mikrowatt.

Jika kita lakukan perbandingan dengan menggunakan matlab, dengan lokasi pemancar dan penerima yang sama didapatkan hasil perhitungan nilai daya yang diterima sebesar -42.55 dBm dan nilai CNR sebesar 56.05 dB. Dari hasil perbandingan tersebut dapat diamati nilai daya yang diterima tidak jauh berbeda yaitu selisih 6.05 dB. Posisi arah *beamtilt* antenna penerima yang berada di lantai 4 juga mempengaruhi besarnya daya yang diterima. Secara teoritis akan didapat daya terima yang lebih baik dibandingkan hasil pengukuran. Pada nilai CNR didapatkan perbedaan yang cukup besar. Hal ini dikarenakan nilai *noise* sistem yang

didapatkan berbeda jauh antara hasil perhitungan teoritis dengan pengukuran di lapangan.

Tabel 4. 3 Perbandingan hasil perhitungan dan hasil validasi

Kategori	DTA-2131	Okumura Hatta	Keterangan
Pr (dBm)	-46.8	-42.55	- <i>Beam-tilt</i> antena
CNR (dB)	27.0	56.05	- <i>Beam-tilt</i> antena -Noise penerima

4.3 Pengujian MISO

Pada pengujian MISO setiap titik penerima akan di amati level daya terima, *power imbalance*, dan CNR terhadap semua pemancar. Tidak setiap pemancar mampu mengcover seluruh titik penerima, Pada tabel 4.4 menunjukan pemancar dan tiap titik penerima yang dijangkaunya.

Tabel 4. 4 Jangkauan Pemancar terhadap tiap titik penerima

Kota	Kecamatan	Tx 1	Tx 2	Tx 3	Tx 4	Tx 5	Tx 6	Tx 7
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
	Rungkut, Surabaya Timur	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
	Semampir, Surabaya Utara	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
	Benowo, Surabaya Barat	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
	Karangpilang, Surabaya Selatan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
Sidoarjo	Sedati	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
	Tanggulangun	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
Gresik	Driyorejo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
	Gresik	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓
Mojokerto	Mojosari	✓	✓	-	✓	-	✓	-
	Ngoro	-	-	-	✓	-	✓	-
Lamongan	Babat	-	-	-	-	-	-	✓
	Kembang	-	-	-	-	-	-	✓
Bangkalan	Bangkalan	✓	✓	✓	-	✓	-	-

Kota	Kecamatan	Tx 1	Tx 2	Tx 3	Tx 4	Tx 5	Tx 6	Tx 7
	Tanah Merah	✓	✓	✓	✓	✓	-	-

Tanda (✓) menunjukkan pada daerah penerima tersebut dapat dijangkau oleh pemancar sebaliknya tanda (-) menunjukkan pada daerah tersebut tidak dapat dijangkau oleh pemancar. Selanjutnya pengujian dilakukan untuk semua kombinasi MISO. Pertama kita amati kombinasi MISO pertama antara pemancar 1 dengan pemancar 2. Kedua pemancar ini terletak di Surabaya dengan jarak antar pemancar sebesar 4.30 km. Berdasarkan Tabel 4.4 terlihat untuk kombinasi 1 antara pemancar 1 dengan pemancar 2 semua titik penerima akan menerima sinyal dari kedua pemancar, dengan mengukur garis antara pemancar dengan tiap titik pada penerima didapatkan hasil pengukuran daya terima sebagai berikut

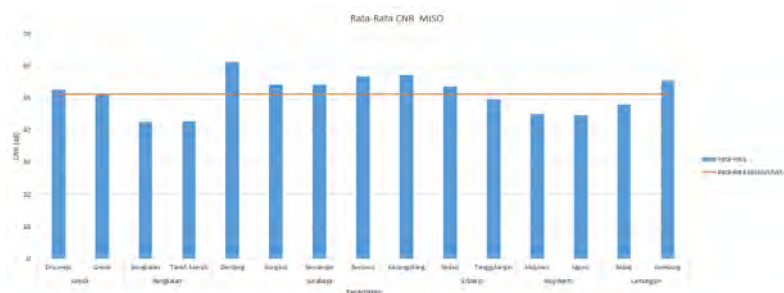
Tabel 4. 5 Perhitungan Daya Terima pada Kombinasi 1

Kota	Kecamatan	Jarak dari Pemancar 1 (Km)	Pr ₁ (dBm)	Jarak dari Pemancar 2 (Km)	Pr ₂ (dBm)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	7.35 (Tx1)	-39.35	4.82 (Tx2)	-33.88
	Rungkut, Surabaya Timur	13.9 (Tx1)	-47.60	9.58 (Tx2)	-42.78
	Semampir, Surabaya Utara	10.3 (Tx1)	-43.72	9.48 (Tx2)	-42.64
	Benowo, Surabaya Barat	4.98 (Tx1)	-34.31	8.53 (Tx2)	-41.28
	Karangpilang, Surabaya Selatan	7.14 (Tx1)	-38.97	5.89 (Tx2)	-36.48
Sidoarjo	Sedati	19.19 (Tx1)	-51.78	15.2 (Tx2)	-48.76
	Tanggulangin	26.16 (Tx1)	-55.79	24.12 (Tx2)	-54.74
Gresik	Driyorejo	10.85 (Tx1)	-44.39	12.82 (Tx2)	-46.55
	Gresik	11.96 (Tx1)	-45.66	14.9 (Tx2)	-48.50

Tabel 4. 6 Perhitungan CNR MISO kombinasi 1

Kota	Kecamatan	CNR (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	65.27
	Rungkut, Surabaya Timur	56.27
	Semampir, Surabaya Utara	56.61
	Benowo, Surabaya Barat	64.85
	Karangpilang, Surabaya Selatan	62.67
Sidoarjo	Sedati	50.39
	Tanggulangun	44.41
Gresik	Driyorejo	54.76
	Gresik	53.50
Mojokerto	Mojosari	41.73
Bangkalan	Bangkalan	42.64
	Tanah Merah	42.50

Setelah menghitung CNR MISO pada kombinasi satu selanjutnya juga dihitung nilai CNR MISO pada 21 kombinasi lainnya, dari hasil kombinasi didapatkan rata-rata nilai CNR sebagai berikut :



Gambar 4. 6 Rata-Rata Nilai CNR pada Skema MISO

Pada gambar 4.6 terlihat bahwa nilai rata-rata CNR MISO paling tinggi adalah pada lokasi Genteng Surabaya dengan nilai rata-rata CNR adalah 61.24 dB sedangkan nilai rata-rata CNR MISO paling rendah adalah pada lokasi Bangkan Madura dengan nilai rata-rata CNR 42.6 dB. Berdasarkan nilai rata-rata CNR dari semua lokasi penerima didapatkan nilai rata-rata CNR MISO global seluruh wilayah sebesar 51.33 dB, lebih rendah 0.29 dB dibandingkan pada skema SISO. Sama seperti konfigurasi

SISO pada Kecamatan Driyorejo, Ngoro, Kembang, dan seluruh kecamatan di wilayah Surabaya memiliki nilai rata-rata CNR MISO lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata CNR keseluruhan seluruh wilayah, hal ini berbeda dengan daerah lain yang memiliki nilai rata-rata CNR MISO lebih rendah dibandingkan nilai rata-rata CNR global seluruh wilayah.

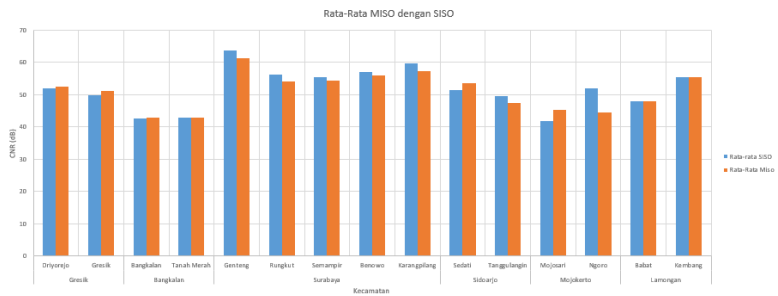
4.4 Perbandingan Skema SISO dan MISO

Berdasarkan perhitungan nilai CNR pada masing-masing skema selanjutnya di analisa perbandingan nilai rata-rata dari nilai CNR pada skema SISO dan MISO

Tabel 4. 7 Perbandingan CNR SISO dan MISO

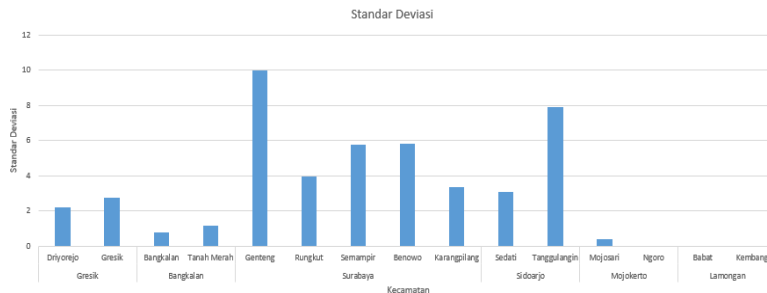
Kota	Kecamatan	Rata-Rata CNR SISO (dB)	Rata-Rata CNR MISO (dB)	Δ
Gresik	Driyorejo	51,94	52,6	0,66
	Gresik	49,83	51,26	1,43
Bangkalan	Bangkalan	42,6	42,78	0,18
	Tanah Merah	42,78	42,94	0,16
Surabaya	Genteng	63,7	61,24	2,46
	Rungkut	56,36	54,24	2,12
	Semampir	55,38	54,28	1,1
	Benowo	56,94	55,85	1,09
	Karangpilang	59,78	57,43	2,35
Sidoarjo	Sedati	51,47	53,67	2,2
	Tanggulangun	49,59	47,43	2,16
Mojokerto	Mojosari	41,83	45,18	3,35
	Ngoro	51,91	44,61	7,3
Lamongan	Babat	47,98	47,98	0
	Kembang	55,48	55,48	0

Pada perbandingan nilai rata-rata SISO dan MISO pada lokasi penerima Surabaya, Tanggulangin, dan Ngoro di dapatkan nilai rata-rata CNR SISO yang lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata CNR MISO, dikarenakan pada beberapa skema kombinasi MISO di lokasi ini nilai CNR diperoleh dengan menggunakan proses *combine*. Pada lokasi Genteng Surabaya memiliki nilai CNR SISO yaitu sebesar 63.7 dB, nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan CNR MISO 61.24 dB, sedangkan pada lokasi Gresik, Bangkalan, Sedati, dan Mojokerto memiliki nilai CNR MISO lebih tinggi dibandingkan skema SISO. Pada kota Lamongan memiliki nilai CNR MISO dan SISO yang sama dikarenakan pada lokasi penerima ini hanya dapat dijangkau oleh pemancar 7.



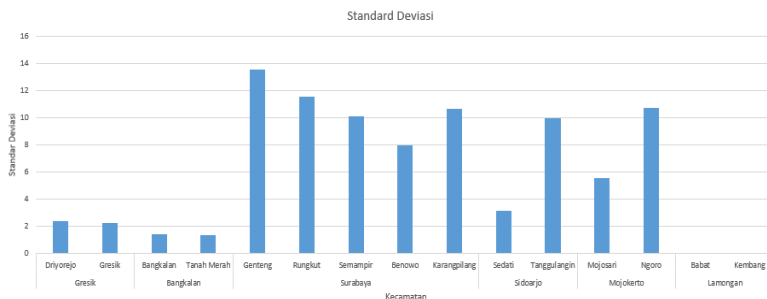
Gambar 4. 7 Perbandingan Rata-Rata nilai CNR skema MISO dan SISO

Pada analisa standar deviasi, Gambar 4.8 terlihat bahwa pada lokasi Genteng, Surabaya terjadi penyimpangan data dari nilai rata-rata CNR SISO yang cukup tinggi dari ketujuh pemancar. Nilai Standar deviasi pada lokasi ini adalah sebesar 9.98, sedangkan pada lokasi Ngoro, Babat, dan Kembang tidak memiliki standar deviasi karena hanya dapat dijangkau oleh satu pemancar pada skema SISO.



Gambar 4. 8 Standar Deviasi Skema SISO

Pada Skema MISO terdapat 21 kombinasi dari tujuh pemancar, dari 21 kombinasi. Gambar 4.9 terlihat bahwa pada lokasi yang nilai CNR diperoleh dengan menggunakan proses *combine* di beberapa skema



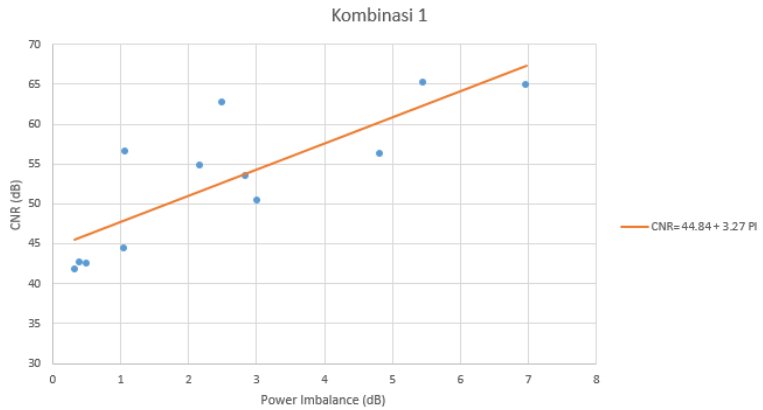
Gambar 4. 9 Standar Deviasi Pada Skema MISO

kombinasi MISO yaitu Surabaya, Tanggulangin, Ngoro terjadi penyimpangan data dari nilai rata-rata CNR yang cukup tinggi dari ketujuh pemancar. Nilai standar deviasi paling tinggi adalah sebesar 13.57 pada daerah Genteng, Surabaya.

4.5 Analisa SFN Gain

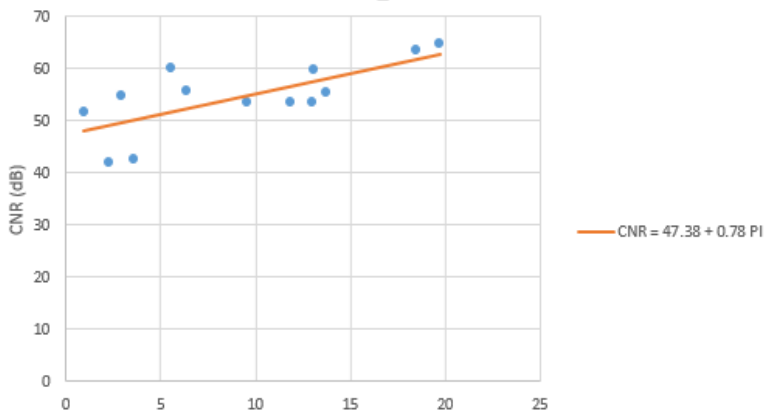
4.5.1 Pengaruh *Power Imbalance* Terhadap *SFN Effect*

Pada konfigurasi MISO perlu diamati pengaruh *power Imbalance* terhadap nilai *SFN Effect*. Berdasarkan daya yang diterima didapat nilai *power imbalance* dan CNR MISO seperti Gambar 4.10 sebagai berikut



Gambar 4. 10 Power Imbalance Terhadap SFN Gain pada kombinasi 1

Gambar 4.10 menunjukkan bahwa untuk semua titik pengujian nilai CNR banyak berada ketika *power imbalance* lebih dari 3 dB. Hal ini



Gambar 4. 11 Power Imbalance Terhadap SFN Gain pada kombinasi 5

berarti efek SFN akan diabaikan ketika selisih daya antar pemancar lebih dari 3 dB, Efek SFN adalah ketika penerima menerima sinyal dari dua atau lebih pemancar dimana perbedaan relatif kuat medan pada penerima kurang dari 9 dB.

Pada Gambar 4.11 nilai CNR paling banyak ketika *power imbalance* lebih dari 3 dB. Ketika nilai *power imbalance* lebih dari 3 dB sinyal yang diterima adalah berasal dari pemancar yang paling dominan. Apabila terjadi degradasi maka itu bukan disebabkan oleh SFN effect melainkan karena kanal propagasi.

4.3.1 Analisis MISO Gain

SFN Gain/Degradasi ditentukan oleh besarnya MISO Gain, untuk setiap kombinasi SFN yang ada dilakukan perhitungan MISO Gain untuk menentukan pada kombinasi tersebut terjadi SFN Gain/ degradasi.

Tabel 4. 8 MISO Gain pada Kombinasi 1

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	5.46	65.27	65.27	0
	Rungkut, Surabaya Timur	4.82	56.27	56.37	0.1
	Semampir, Surabaya Utara	1.07	56.61	56.51	-0.1
	Benowo, Surabaya Barat	6.97	64.85	57.88	-6.97
	Karangpilang, Surabaya Selatan	2.49	62.67	62.67	0
Sidoarjo	Sedati	3.01	50.39	50.39	0
	Tanggulangin	1.05	44.41	44.41	0
Gresik	Driyorejo	2.16	54.76	52.60	-2.16
	Gresik	2.84	53.50	50.65	-2.85
Mojokerto	Mojosari	0.32	41.73	41.41	-0.32
Bangkalan	Bangkalan	0.39	42.64	42.24	-0.4
	Tanah Merah	0.50	42.50	42.50	0

Pada tabel 4.8 terlihat untuk setiap daerah nilai MISO Gain kurang dari 1 dB sehingga pada kombinasi ini terjadi degradasi pada jaringan SFN. Pada nilai CNR MISO terlihat mayoritas nilai CNR sama dengan nilai CNR SISO hal ini disebabkan untuk semua lokasi pada skema MISO antara dua pemancar didapatkan nilai protection ratio < 20 dB sehingga nilai CNR MISO di dapat melalui proses *selection* yaitu memilih nilai CNR paling tinggi di antara dua pemancar.

Hal berbeda terjadi pada kombinasi 18, pada kombinasi antara pemancar 4 dengan pemancar 7 ini didapatkan nilai *power imbalance* pada daerah Rungkut Surabaya sebesar 23.10 dB sehingga nilai CNR MISO dilakukan proses *combine* karena nilai *protection ratio* lebih besar dari 20 dB sehingga didapatkan nilai CNR MISO sebesar 22.67 dB dan nilai MISO Gain sebesar 38.99 dB. Pada lokasi ini tidak terjadi degradasi dikarenakan MISO gain bernilai lebih besar dari 1 dB .

Tabel 4. 9 MISO Gain pada Kombinasi 18

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	19.46	60.53	60.53	0
	Rungkut, Surabaya Timur	23.10	22.67	61.66	38.99
	Semampir, Surabaya Utara	11.79	53.28	53.28	0
	Benowo, Surabaya Barat	8.39	52.90	52.90	0
	Karangpilang, Surabaya Selatan	23.29	28.17	64.41	36.44
Sidoarjo	Sedati	17.38	54.29	54.29	0
	Tanggulangun	9.52	46.45	46.45	0
Gresik	Driyorejo	8.36	51.58	51.58	0
	Gresik	1.80	47.70	47.70	0
Mojokerto	Mojosari	2.66	41.84	41.84	0
	Ngoro	23.89	20.41	60.53	40.12
Lamongan	Babat	15.88	47.98	32.10	-15.88
	Kembang	18.54	55.48	36.93	-18.55
Bangkalan	Tanah Merah	3.58	41.61	41.61	0

4.3.2 Analisa Posisi Pemancar

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan 8 kombinasi MISO dengan beberapa lokasi penerima tidak mengalami degradasi atau mempunyai MISO gain lebih dari 1 dB yaitu pada kombinasi (6, 11, 14, 15, 18, 19, 20, dan 21) dari delapan kombinasi ini diperoleh jarak antar pemancar optimum adalah minimum sebesar 18.09 km seperti terlihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Jarak antar pemancar optimum

Kombinasi	Pemancar 1	Pemancar 2	Jarak antar pemancar
1	Tx1	Tx2	5.03
2	Tx1	Tx3	6.99
3	Tx1	Tx4	8.02
4	Tx1	Tx5	7.09
5	Tx1	Tx6	17.02
6	Tx1	Tx7	33.56
7	Tx2	Tx3	4.28
8	Tx2	Tx4	3.77
9	Tx2	Tx5	3.23
10	Tx2	Tx6	16.76
11	Tx2	Tx7	37.97
12	Tx3	Tx4	6.51
13	Tx3	Tx5	3.43
14	Tx3	Tx6	20.95
15	Tx3	Tx7	38.95
16	Tx4	Tx5	3.26
17	Tx4	Tx6	14.45
18	Tx4	Tx7	41.29
19	Tx5	Tx6	18.09
20	Tx5	Tx7	41.18
21	Tx6	Tx7	47.60

Pada jarak antar pemancar optimum inilah dapat terjadi SFN optimum dengan tidak terjadi degradasi pada lokasi penerima, semakin jauh letak posisi antar pemancar maka semakin besar pula jarak antar pemancar yang dihasilkan sehingga semakin besar nilai *power imbalance* yang menyebabkan nilai MISO gain yang diperoleh akan lebih besar dari 1 dB.

Jika dilakukan perbandingan pada kombinasi 1 dengan jarak antar pemancar 4.30 km dihasilkan nilai CNR MISO yang sama atau lebih baik dibandingkan pada CNR SISO dan nilai MISO Gain juga akan bernilai kurang dari 1 dB hal ini dikarenakan ketika lokasi antar pemancar terlalu dekat nilai *protection ratio* yang dihasilkan pada penerima akan kurang dari 20 dB sehingga ketika menerima daya dari dua pemancar, penerima akan melakukan proses *selection* yaitu memilih daya yang paling baik. Sebaliknya ketika lokasi antar pemancar lebih jauh seperti pada kombinasi 18 dengan jarak antar pemancar 41.29 km pada beberapa lokasi penerima akan dihasilkan nilai *power imbalance* yang semakin besar sehingga nilai CNR MISO akan di dapatkan melalui proses *combine* antara dua daya yang diterimanya sehingga nilai CNR MISO akan lebih rendah dibandingkan CNR SISO sehingga akan terjadi MISO Gain positif sehingga terjadi SFN Gain pada daerah penerima tersebut.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil dan analisa pengujian program maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Kota Surabaya, Kecamatan Driyorejo Gresik, dan Kecamatan Kembang Lamongan memiliki nilai CNR MISO dan SISO yang melebihi nilai rata-rata keseluruhan semua daerah.
2. Rata-rata nilai CNR pada skema SISO lebih tinggi dibandingkan skema MISO, yaitu 51.63 dB pada skema SISO dan 51.33 pada skema MISO.
3. SFN Effect akan diabaikan ketika Power imbalance lebih dari 3 dB, apabila terjadi degradasi maka itu bukan disebabkan oleh SFN effect melainkan karena kanal propagasi.
4. Pada 21 kombinasi MISO, 13 kombinasi mengalami degradasi, sedangkan 8 kombinasi lainnya (Kombinasi 6, 11, 14, 15, 18, 19, 20, 21) mengalami SFN Gain.
5. Diperlukan jarak minimum antar pemancar sebesar 18.09 km untuk dapat menghasilkan SFN gain.

5.2 Saran

Adapun hal – hal yang masih bisa dikembangkan dari sistem evaluasi SFN Gain ini adalah

1. Nilai CNR dapat didapatkan melalui pengukuran menggunakan perangkat pengirim dan penerima televisi digital agar hasil yang diperoleh mendekati nilai sebenarnya.
2. Faktor evaluasi SFN Gain lain dapat digunakan seperti pengaruh model kanal, *delay*, dan *pilot pattern*, dimana pada Tugas Akhir ini delay dan pilot pattern diasumsikan sempurna.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

LAMPIRAN A

PERHITUNGAN SIS0

Pemancar 1

Kota	Kecamatan	Jarak dari Pemancar (Km)	Pr (dBm)	CNR (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	7.35	-39.35	59.81
	Rungkut, Surabaya Timur	13.9	-47.60	51.55
	Semampir, Surabaya Utara	10.3	-43.72	55.43
	Benowo, Surabaya Barat	4.98	-34.31	64.85
	Karangpilang, Surabaya Selatan	7.14	-38.97	60.18
Sidoarjo	Sedati	19.19	-51.78	47.37
	Tanggulangun	26.16	-55.79	43.36
Gresik	Driyorejo	10.85	-44.39	54.76
	Gresik	11.96	-45.66	53.50
Mojokerto	Mojosari	29.66	-57.42	41.73
Bangkalan	Bangkalan	27.66	-56.52	42.64
	Tanah Merah	29.07	-57.16	41.99

Pemancar 2

Kota	Kecamatan	Jarak dari Pemancar (Km)	Pr (dBm)	CNR (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	4.82	-33.88	65.27
	Rungkut, Surabaya Timur	9.58	-42.78	56.37
	Semampir, Surabaya Utara	9.48	-42.64	56.51
	Benowo, Surabaya Barat	8.53	-41.28	57.88
	Karangpilang, Surabaya Selatan	5.89	-36.48	62.67
Sidoarjo	Sedati	15.2	-48.76	50.39
	Tanggulangun	24.12	-54.74	44.41
Gresik	Driyorejo	12.82	-46.55	52.60
	Gresik	14.9	-48.50	50.65
Mojokerto	Mojosari	30.42	-57.75	41.41
Bangkalan	Bangkalan	28.52	-56.91	42.24

	Tanah Merah	27.96	-56.66	42.50
--	-------------	-------	--------	-------

Pemancar 3

Kota	Kecamatan	Jarak dari Pemancar	Pr (dBm)	CNR (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	1.75	-20.76	78.40
	Rungkut, Surabaya Timur	9.84	-43.13	56.03
	Semampir, Surabaya Utara	5.51	-35.62	63.54
	Benowo, Surabaya Barat	8.91	-41.84	57.31
	Karangpilang, Surabaya Selatan	10.02	-43.36	55.79
Sidoarjo	Sedati	16.67	-49.96	49.20
	Tanggulangun	27.70	-56.53	42.62
Gresik	Driyorejo	16.97	-50.19	48.97
	Gresik	13.58	-47.30	51.85
Bangkalan	Bangkalan	25.05	-55.23	43.92
	Tanah Merah	23.86	-54.60	44.55

Pemancar 4

Kota	Kecamatan	Jarak dari Pemancar (Km)	Pr (dBm)	CNR (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	6.95	-38.62	60.53
	Rungkut, Surabaya Timur	6.37	-37.49	61.66
	Semampir, Surabaya Utara	12.16	-45.87	53.28
	Benowo, Surabaya Barat	12.53	-46.26	52.90
	Karangpilang, Surabaya Selatan	5.15	-34.74	64.41
Sidoarjo	Sedati	11.25	-44.86	54.29
	Tanggulangun	20.61	-52.70	46.45
Gresik	Driyorejo	13.87	-47.57	51.58
	Gresik	18.71	-51.45	47.70
Mojokerto	Mojosari	29.41	-57.31	41.84
	Ngoro	29.31	-38.62	60.53
Bangkalan	Tanah Merah	29.94	-57.54	41.61

Pemancar 5

Kota	Kecamatan	Jarak dari Pemancar (Km)	Pr (dBm)	CNR (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	3.5	-29.74	69.42
	Rungkut, Surabaya Timur	7.23	-39.13	60.02
	Semampir, Surabaya Utara	8.71	-41.55	57.61
	Benowo, Surabaya Barat	10.75	-44.27	54.88
	Karangpilang, Surabaya Selatan	7.7	-39.95	59.20
Sidoarjo	Sedati	13.44	-47.17	51.99
	Tanggulangin	24.25	-54.81	44.34
Gresik	Driyorejo	15.68	-49.16	49.99
	Gresik	16.42	-49.76	49.39
Bangkalan	Bangkalan	28.27	-56.80	42.35
	Tanah Merah	26.31	-55.87	43.29

Pemancar 6

Kota	Kecamatan	Jarak dari Pemancar (Km)	Pr (dBm)	CNR (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	21.37	-50.35	48.81
	Rungkut, Surabaya Timur	15.98	-46.58	52.57
	Semampir, Surabaya Utara	26.62	-53.19	45.96
	Benowo, Surabaya Barat	23.98	-51.84	47.32
	Karangpilang, Surabaya Selatan	11.84	-42.70	56.46
Sidoarjo	Sedati	12.67	-43.57	55.58
	Tanggulangin	6.93	-35.76	63.40
Gresik	Driyorejo	14.59	-45.40	53.75
Bangkalan	Bangkalan	14.8	-45.59	53.57
	Tanah Merah	15	-45.76	53.39

Pemancar 7

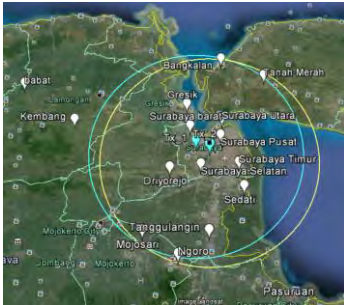
Kota	Kecamatan	Jarak dari Pemancar (Km)	Pr (dBm)	CNR (dB)
Gresik	Gresik	26.75 (Tx7)	-53.25	45.90
Lamongan	Babat	22.78 (Tx7)	-51.17	47.98
	Kembang	12.77 (Tx7)	-43.68	55.48

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

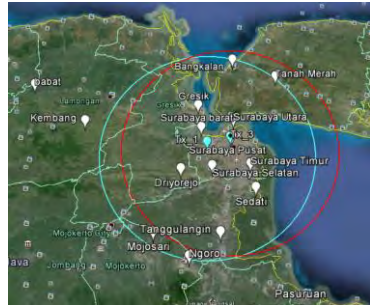
LAMPIRAN B

PERHITUNGAN MISO

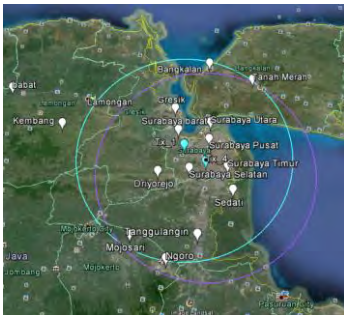
Kombinasi 1



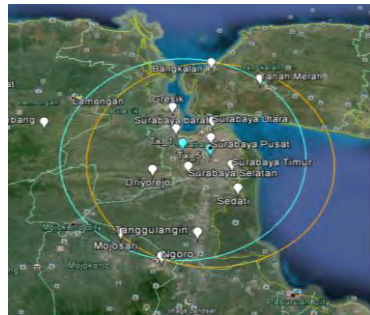
Kombinasi 2



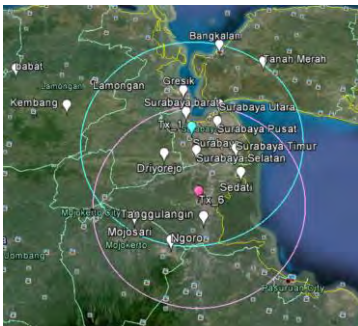
Kombinasi 3



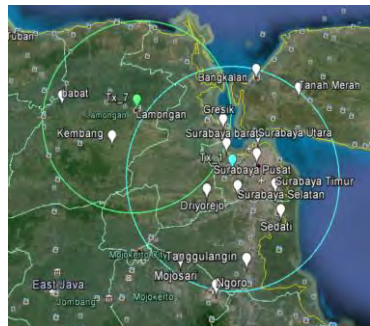
Kombinasi 4



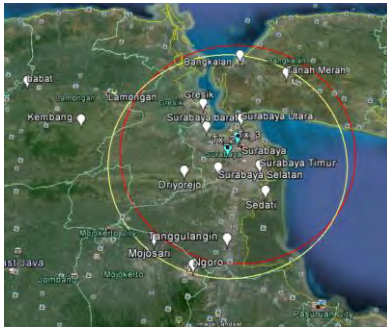
Kombinasi 5



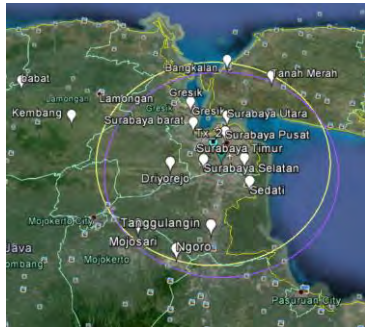
Kombinasi 6



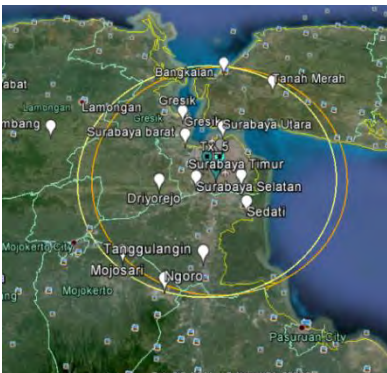
Kombinasi 7



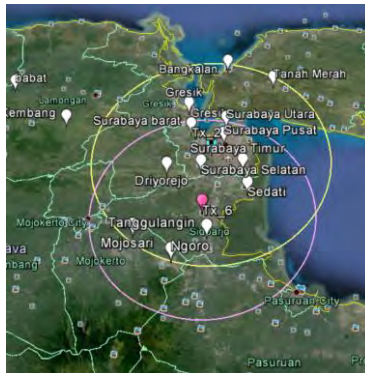
Kombinasi 8



Kombinasi 9



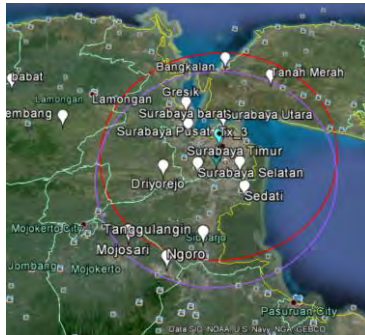
Kombinasi 10

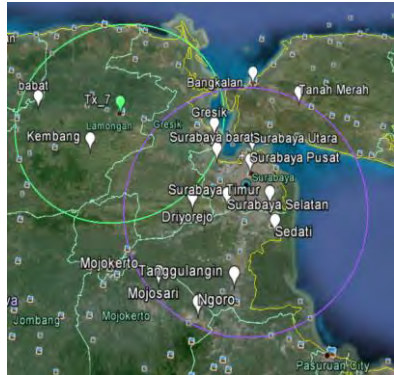
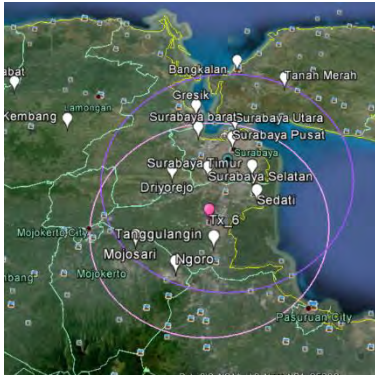


Kombinasi 11



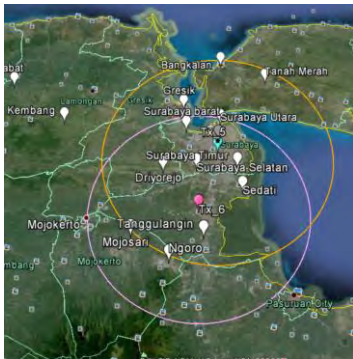
Kombinasi 12



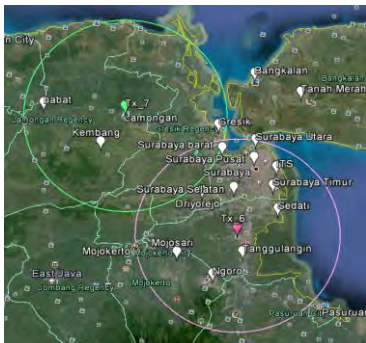


Kombinasi 19

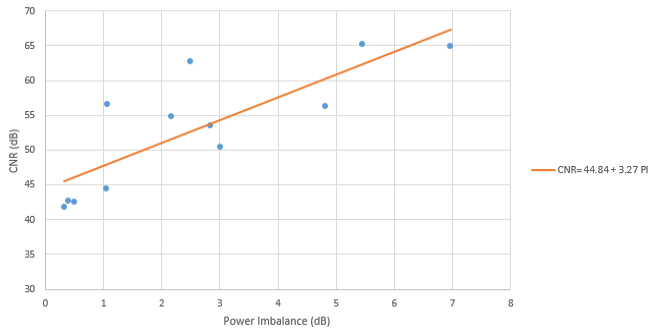
Kombinasi 20



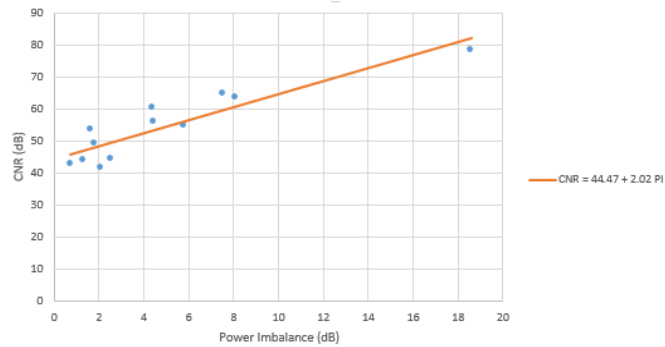
Kombinasi 21



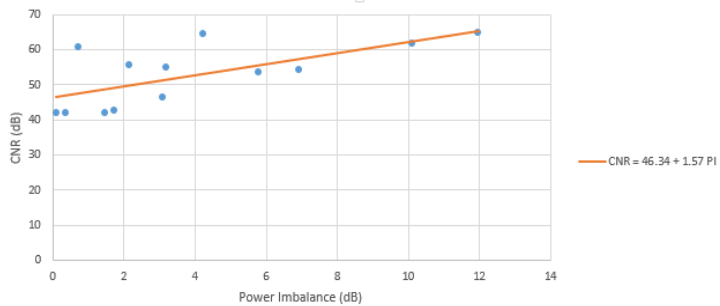
Kombinasi 1



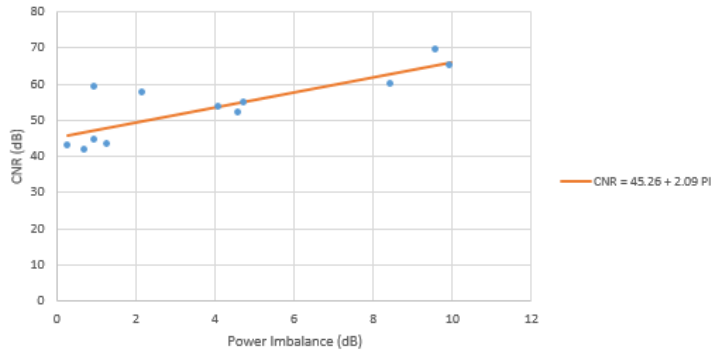
Kombinasi 2



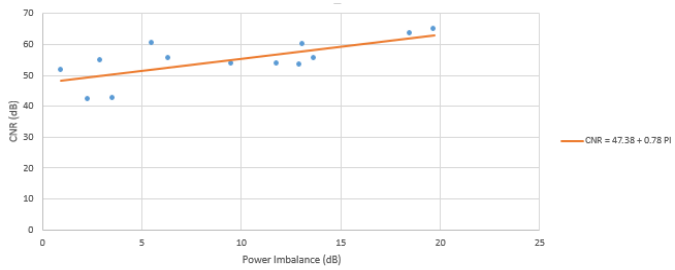
Kombinasi 3



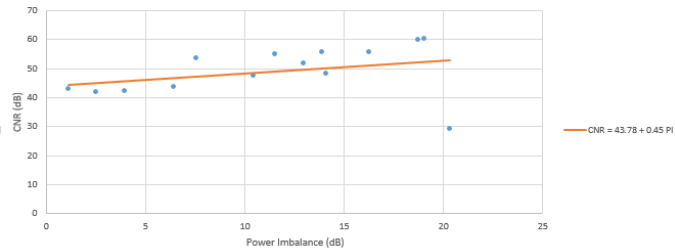
Kombinasi 4



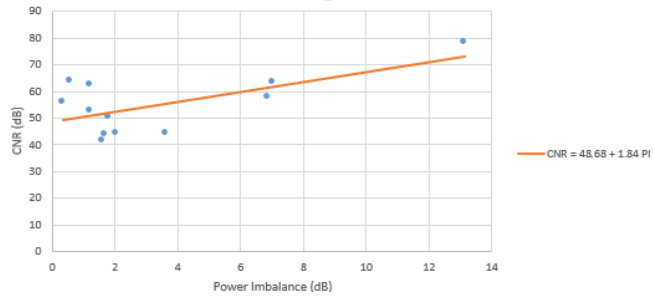
Kombinasi 5



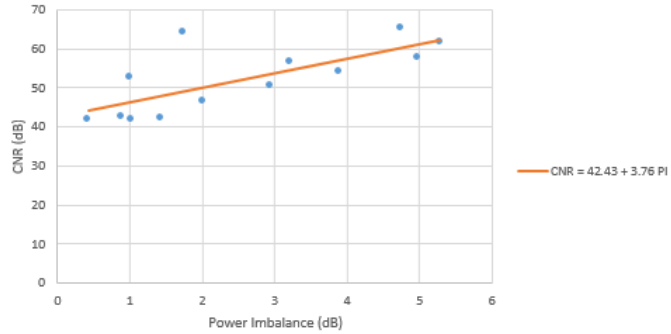
Kombinasi 6



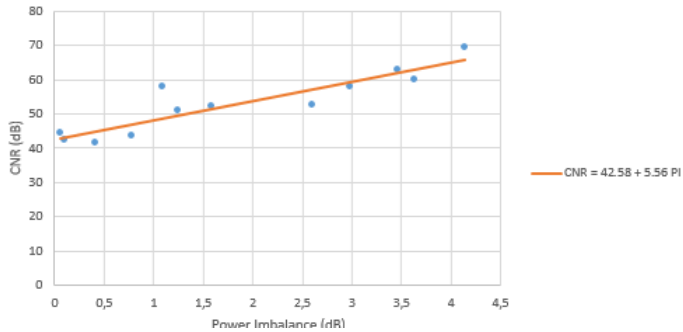
Kombinasi 7



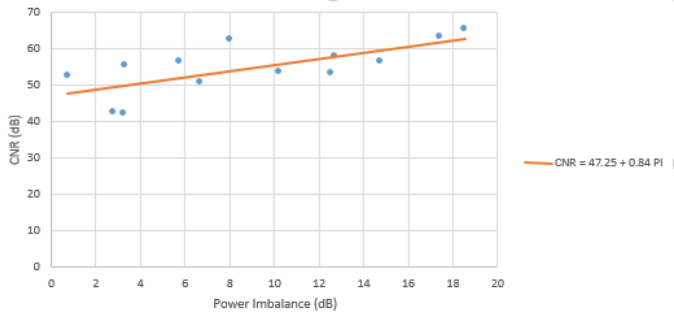
Kombinasi 8



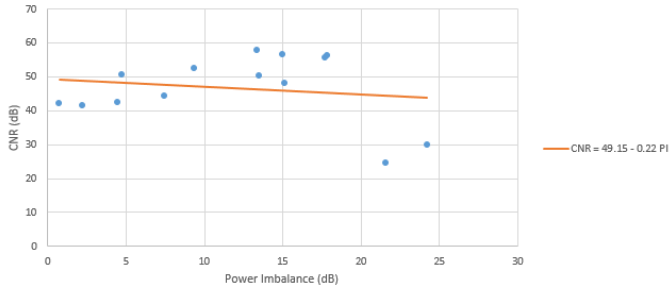
Kombinasi 9



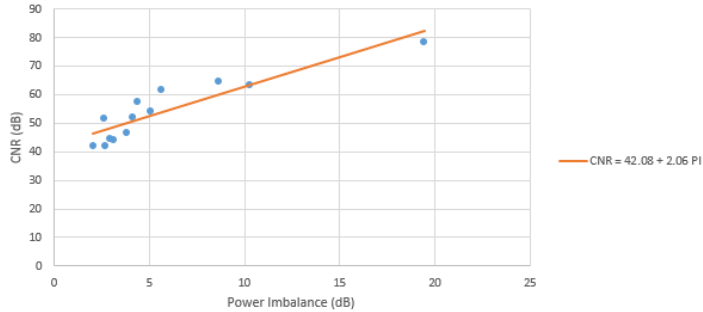
Kombinasi 10



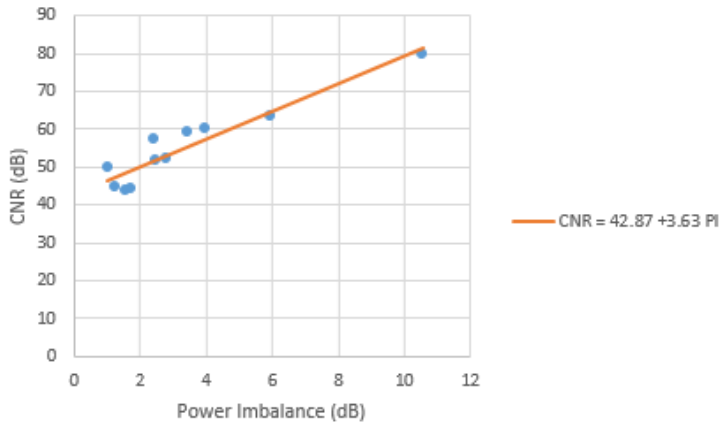
Kombinasi 11



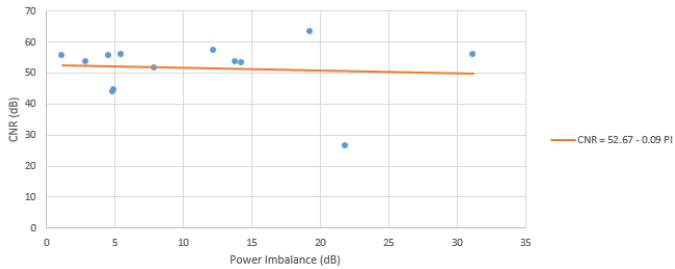
Kombinasi 12



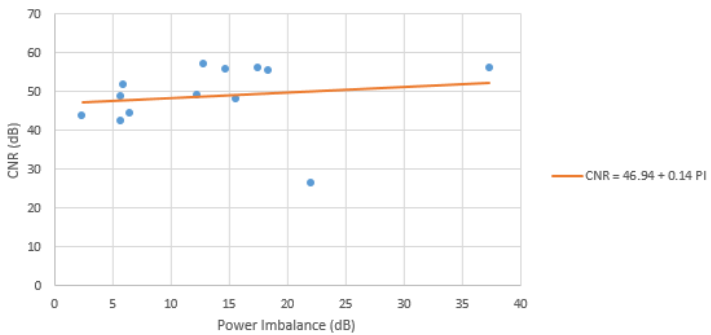
Kombinasi 13



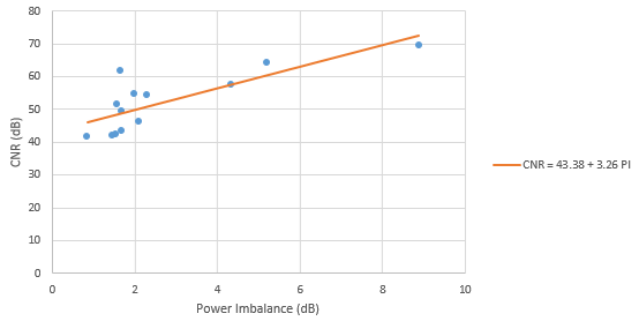
Kombinasi 14



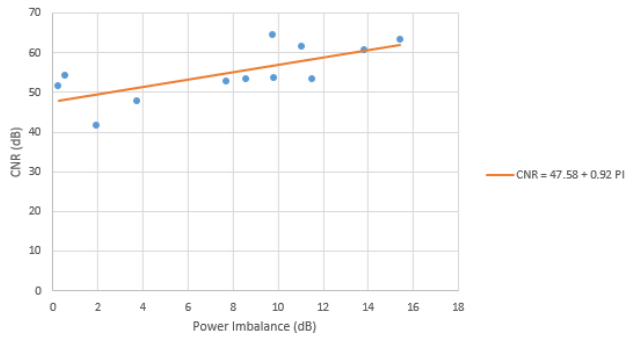
Kombinasi 15



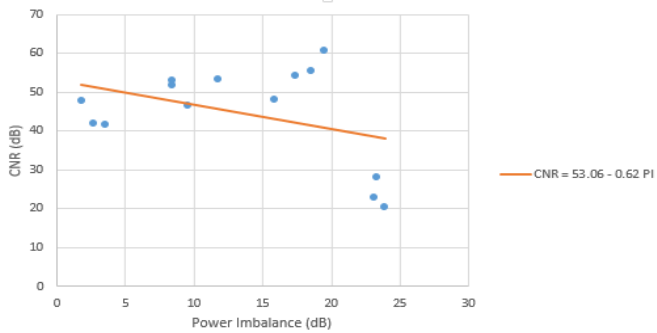
Kombinasi 16



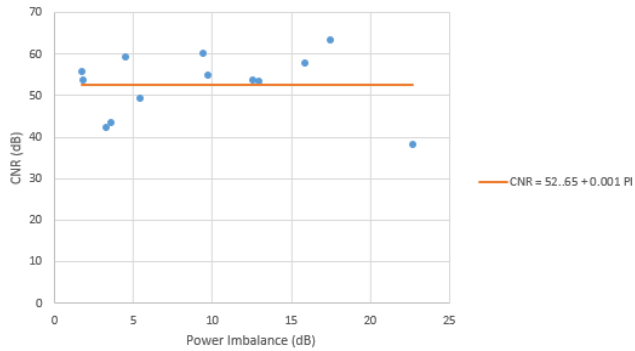
Kombinasi 17



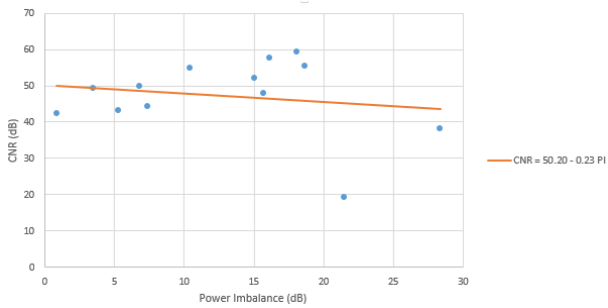
Kombinasi 18



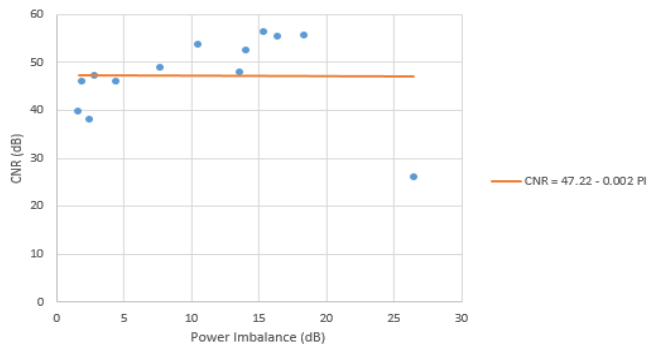
Kombinasi 19



Kombinasi 20



Kombinasi 21



[Halaman ini sengaja dikosongkan]

Kombinasi 1

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	5.46	65.27	65.27	0
	Rungkut, Surabaya Timur	4.82	56.27	56.37	0.1
	Semampir, Surabaya Utara	1.07	56.61	56.51	-0.1
	Benowo, Surabaya Barat	6.97	64.85	57.88	-6.97
	Karangpilang, Surabaya Selatan	2.49	62.67	62.67	0
Sidoarjo	Sedati	3.01	50.39	50.39	0
	Tanggulangun	1.05	44.41	44.41	0
Gresik	Driyorejo	2.16	54.76	52.60	-2.16
	Gresik	2.84	53.50	50.65	-2.85
Mojokerto	Mojosari	0.32	41.73	41.41	-0.32
Bangkalan	Bangkalan	0.39	42.64	42.24	-0.4
	Tanah Merah	0.50	42.50	42.50	0

Kombinasi 2

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	18.59	78.40	78.40	0
	Rungkut, Surabaya Timur	4.47	56.03	56.03	0
	Semampir, Surabaya Utara	8.10	63.54	63.54	0
	Benowo, Surabaya Barat	7.55	64.85	57.31	-7.54
	Karangpilang, Surabaya Selatan	4.38	60.18	55.79	-4.39
Sidoarjo	Sedati	1.82	49.20	49.20	0
	Tanggulangun	0.74	42.62	42.62	0
Gresik	Driyorejo	5.79	54.76	48.97	-5.79
	Gresik	1.64	53.50	51.85	-1.65
Mojokerto	Mojosari	2.11	41.73	39.62	-2.11
Bangkalan	Bangkalan	1.28	43.92	49.15	0
	Tanah Merah	2.55	44.55	49.78	0

Kombinasi 3

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	0.73	60.53	60.53	0
	Rungkut, Surabaya Timur	10.10	61.66	61.66	0
	Semampir, Surabaya Utara	2.15	55.43	53.28	-2.15
	Benowo, Surabaya Barat	11.97	64.85	52.90	-11.95
	Karangpilang, Surabaya Selatan	4.23	64.41	64.41	0
Sidoarjo	Sedati	6.92	54.29	54.29	0
	Tanggulangun	3.09	46.45	46.45	0
Gresik	Driyorejo	3.19	54.76	51.58	-3.18
	Gresik	5.79	53.50	47.70	-6.1
Mojokerto	Mojosari	0.10	41.84	41.84	0
	Ngoro	1.46	41.89	41.89	0
Bangkalan	Bangkalan	1.72	42.64	40.92	-1.72
	Tanah Merah	0.38	41.99	41.61	-0.38

Kombinasi 4

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	9.61	69.42	69.42	0
	Rungkut, Surabaya Timur	8.46	60.02	60.02	0
	Semampir, Surabaya Utara	2.17	57.61	57.61	0
	Benowo, Surabaya Barat	9.96	64.85	54.88	-9.97
	Karangpilang, Surabaya Selatan	0.97	59.20	59.20	0
Sidoarjo	Sedati	4.61	51.99	51.99	0
	Tanggulangun	0.98	44.34	44.34	0
Gresik	Driyorejo	4.77	54.76	49.99	-4.77
	Gresik	4.10	53.50	49.39	-4.11
Mojokerto	Mojosari	0.74	41.73	40.99	-0.74
Bangkalan	Bangkalan	0.28	42.64	42.35	-0.29
	Tanah Merah	1.29	43.29	43.29	0

Kombinasi 5

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	13.09	59.81	59.81	0
	Rungkut, Surabaya Timur	0.94	51.55	51.55	0
	Semampir, Surabaya Utara	13.68	55.43	55.43	0
	Benowo, Surabaya Barat	19.7	64.85	64.85	0
	Karangpilang, Surabaya Selatan	5.54	60.18	60.18	0
Sidoarjo	Sedati	6.36	55.58	47.37	-8.21
	Tanggulangun	18.49	63.40	43.36	-20.04
Gresik	Driyorejo	2.93	54.76	54.76	0
	Gresik	9.51	53.50	53.50	0
Mojokerto	Mojosari	11.83	53.57	41.73	-11.84
	Ngoro	12.97	53.39	40.43	-12.96
Bangkalan	Bangkalan	3.57	42.64	42.64	0
	Tanah Merah	2.31	41.99	41.99	0

Kombinasi 6

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	18.73	59.81	59.81	0
	Rungkut, Surabaya Timur	12.99	51.55	51.55	0
	Semampir, Surabaya Utara	13.94	55.43	55.43	0
	Benowo, Surabaya Barat	20.34	29.03	64.85	35.82
	Karangpilang, Surabaya Selatan	19.06	60.18	60.18	0
Sidoarjo	Sedati	10.46	47.37	47.37	0
	Tanggulangun	6.43	43.36	43.36	0
Gresik	Driyorejo	11.54	54.76	54.76	0
	Gresik	7.59	53.50	53.50	0
Mojokerto	Mojosari	2.55	41.73	41.73	0
Lamongan	Babat	14.13	47.98	33.85	-14.13
	Kembang	16.27	55.48	39.21	-16.27
Bangkalan	Bangkalan	1.13	42.64	42.64	0
	Tanah Merah	3.96	41.99	41.99	0

Kombinasi 7

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	13.12	78.40	78.40	0
	Rungkut, Surabaya Timur	0.34	56.03	56.03	0
	Semampir, Surabaya Utara	7.02	63.54	63.54	0
	Benowo, Surabaya Barat	0.56	64.12	57.31	-6.81
	Karangpilang, Surabaya Selatan	6.88	57.88	55.79	-2.09
Sidoarjo	Sedati	1.19	62.67	49.20	-13.47
	Tanggulangun	1.79	50.39	42.62	-7.77
Gresik	Driyorejo	3.63	44.41	48.97	+4.56
	Gresik	1.20	52.60	51.85	-0.75
Mojokerto	Mojosari	1.61	41.41	39.79	-1.62
Bangkalan	Bangkalan	1.68	43.92	43.92	0
	Tanah Merah	2.05	44.55	44.55	0

Kombinasi 8

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	4.74	65.27	65.27	0
	Rungkut, Surabaya Timur	5.28	61.66	56.37	-5.29
	Semampir, Surabaya Utara	3.22	56.51	56.51	0
	Benowo, Surabaya Barat	4.98	57.88	57.88	0
	Karangpilang, Surabaya Selatan	1.73	64.41	62.67	-1.94
Sidoarjo	Sedati	3.89	54.29	50.39	-3.9
	Tanggulangun	2.02	46.45	44.41	-2.04
Gresik	Driyorejo	1.01	52.60	52.60	0
	Gresik	2.94	50.65	50.65	0
Mojokerto	Mojosari	0.43	41.84	41.41	-0.43
	Ngoro	1.03	41.89	40.85	-1.04
Bangkalan	Bangkalan	1.43	42.24	42.24	0
	Tanah Merah	0.88	42.50	42.50	0

Kombinasi 9

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	4.14	69.42	69.42	0
	Rungkut, Surabaya Timur	3.64	60.02	60.02	0
	Semampir, Surabaya Utara	1.09	57.61	57.61	0
	Benowo, Surabaya Barat	2.99	57.88	54.88	-3
	Karangpilang, Surabaya Selatan	3.47	62.67	59.20	-3.47
Sidoarjo	Sedati	1.59	51.99	51.99	0
	Tanggulangun	0.06	44.41	44.34	-0.07
Gresik	Driyorejo	2.60	52.60	49.99	-2.61
	Gresik	1.25	50.65	49.39	-1.26
Mojokerto	Mojosari	0.41	41.41	40.99	-0.42
Bangkalan	Bangkalan	0.11	42.35	42.35	0
	Tanah Merah	0.78	43.29	43.29	0

Kombinasi 10

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	18.56	65.27	65.27	0
	Rungkut, Surabaya Timur	5.76	56.37	56.37	0
	Semampir, Surabaya Utara	14.75	56.51	56.51	0
	Benowo, Surabaya Barat	12.71	57.88	57.88	0
	Karangpilang, Surabaya Selatan	8.03	62.67	62.67	0
Sidoarjo	Sedati	3.34	55.58	50.39	-5.46
	Tanggulangun	17.43	63.40	44.41	-18.99
Gresik	Driyorejo	0.76	52.60	52.60	0
	Gresik	6.67	50.65	50.65	0
Mojokerto	Mojosari	10.24	53.57	41.41	-12.16
	Ngoro	12.54	53.39	40.85	-12.54
Bangkalan	Bangkalan	3.28	42.24	42.24	0
	Tanah Merah	2.81	42.50	42.50	0

Kombinasi 11

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	24.2	29.89	65.27	35.38
	Rungkut, Surabaya Timur	17.81	56.37	56.37	0
	Semampir, Surabaya Utara	15.02	56.51	56.51	0
	Benowo, Surabaya Barat	13.37	57.88	57.88	0
	Karangpilang, Surabaya Selatan	21.55	24.69	62.67	37.58
Sidoarjo	Sedati	13.48	50.39	50.39	0
	Tanggulangun	7.48	44.41	44.41	0
Gresik	Driyorejo	9.38	52.60	52.60	0
	Gresik	4.75	50.65	50.65	0
Mojokerto	Mojosari	2.22	41.41	41.41	0
Lamongan	Babat	15.14	47.98	32.43	-15.55
	Kembang	17.73	55.48	37.74	-17.74
Bangkalan	Bangkalan	0.74	42.24	42.24	0
	Tanah Merah	4.46	42.50	42.50	0

Kombinasi 12

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	19.43	78.40	78.40	0
	Rungkut, Surabaya Timur	5.64	61.66	56.03	-5.63
	Semampir, Surabaya Utara	10.25	63.54	63.54	0
	Benowo, Surabaya Barat	4.41	57.31	57.31	0
	Karangpilang, Surabaya Selatan	8.62	64.41	55.79	-8.62
Sidoarjo	Sedati	5.09	54.29	49.20	-5.09
	Tanggulangun	3.83	46.45	42.62	-3.83
Gresik	Driyorejo	2.61	51.58	48.97	-2.61
	Gresik	4.15	51.85	51.85	0
Mojokerto	Mojosari	2.05	41.84	39.79	-2.05
	Ngoro	2.68	41.89	39.20	-2.69
Bangkalan	Bangkalan	3.11	43.92	43.92	0
	Tanah Merah	2.94	44.55	44.55	0

Kombinasi 13

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	10.55	79.97	79.97	0
	Rungkut, Surabaya Timur	3.99	60.02	56.03	-3.99
	Semampir, Surabaya Utara	5.93	63.54	63.54	0
	Benowo, Surabaya Barat	2.43	57.31	57.31	0
	Karangpilang, Surabaya Selatan	3.41	59.20	55.79	-3.41
Sidoarjo	Sedati	2.79	51.99	49.20	-2.79
	Tanggulangun	1.72	44.34	42.62	-1.72
Gresik	Driyorejo	1.02	49.99	48.97	-1.02
	Gresik	2.46	51.85	51.85	0
Bangkalan	Bangkalan	1.56	43.92	43.92	0
	Tanah Merah	1.26	44.55	44.55	0

Kombinasi 14

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	31.16	56.13	78.40	22.27
	Rungkut, Surabaya Timur	5.41	56.03	56.03	0
	Semampir, Surabaya Utara	21.78	26.41	63.54	37.13
	Benowo, Surabaya Barat	12.15	57.31	57.31	0
	Karangpilang, Surabaya Selatan	1.15	55.79	55.79	0
Sidoarjo	Sedati	4.54	55.58	49.20	-6.38
	Tanggulangun	19.23	63.40	42.62	-20.78
Gresik	Driyorejo	2.87	53.75	48.97	-4.78
	Gresik	7.87	51.85	51.85	0
Mojokerto	Mojosari	13.77	53.57	39.79	-13.78
	Ngoro	14.2	53.39	39.20	-14.19
Bangkalan	Bangkalan	4.86	43.92	43.92	0
	Tanah Merah	4.87	44.55	44.55	0

Kombinasi 15

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	37.32	56.13	74.80	22.27
	Rungkut, Surabaya Timur	17.46	56.03	56.03	0
	Semampir, Surabaya Utara	22.04	26.41	63.54	37.13
	Benowo, Surabaya Barat	12.81	57.31	57.31	0
	Karangpilang, Surabaya Selatan	14.67	55.79	55.79	0
Sidoarjo	Sedati	12.28	49.20	49.20	0
	Tanggulangun	5.69	42.62	42.62	0
Gresik	Driyorejo	5.74	48.97	48.97	0
	Gresik	5.95	51.85	51.85	0
Lamongan	Babat	15.55	47.98	32.43	-15.55
	Kembang	18.38	55.48	37.09	-18.39
Bangkalan	Bangkalan	2.42	43.92	43.92	0
	Tanah Merah	6.52	44.55	44.55	0

Kombinasi 16

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	8.88	69.42	60.53	-8.89
	Rungkut, Surabaya Timur	1.64	61.66	61.66	0
	Semampir, Surabaya Utara	4.32	57.61	53.28	-4.33
	Benowo, Surabaya Barat	1.98	54.88	52.90	-1.98
	Karangpilang, Surabaya Selatan	5.21	64.41	64.41	0
Sidoarjo	Sedati	2.30	54.29	54.29	0
	Tanggulangun	2.10	46.45	46.45	0
Gresik	Driyorejo	1.58	51.58	51.58	0
	Gresik	1.69	49.39	47.70	-1.69
Mojokerto	Mojosari	0.85	41.84	41.84	0
	Ngoro	1.46	41.89	41.89	0
Bangkalan	Bangkalan	1.54	42.35	40.81	-1.54
	Tanah Merah	1.67	43.29	41.61	-1.68

Kombinasi 17

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	13.82	60.53	60.53	0
	Rungkut, Surabaya Timur	11.04	61.66	61.66	0
	Semampir, Surabaya Utara	11.53	53.28	53.28	0
	Benowo, Surabaya Barat	7.73	52.90	52.90	0
	Karangpilang, Surabaya Selatan	9.77	64.41	64.41	0
Sidoarjo	Sedati	0.56	54.29	54.29	0
	Tanggulangun	15.4	63.40	46.45	-16.95
Gresik	Driyorejo	0.26	51.58	51.58	0
	Gresik	3.72	47.70	47.70	0
Mojokerto	Mojosari	9.8	53.57	41.84	-11.73
	Ngoro	8.58	53.39	60.53	7.14
Bangkalan	Tanah Merah	1.93	41.61	41.60	0

Kombinasi 18

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	19.46	60.53	60.53	0
	Rungkut, Surabaya Timur	23.10	22.67	61.66	38.99
	Semampir, Surabaya Utara	11.79	53.28	53.28	0
	Benowo, Surabaya Barat	8.39	52.90	52.90	0
	Karangpilang, Surabaya Selatan	23.29	28.17	64.41	36.44
Sidoarjo	Sedati	17.38	54.29	54.29	0
	Tanggulangun	9.52	46.45	46.45	0
Gresik	Driyorejo	8.36	51.58	51.58	0
	Gresik	1.80	47.70	47.70	0
Mojokerto	Mojosari	2.66	41.84	41.84	0
	Ngoro	23.89	20.41	60.53	40.12
Lamongan	Babat	15.88	47.98	32.10	-15.88
	Kembang	18.54	55.48	36.93	-18.55
Bangkalan	Tanah Merah	3.58	41.61	41.61	0

Kombinasi 19

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	22.70	38.17	69.42	32.25
	Rungkut, Surabaya Timur	9.4	60.02	60.02	0
	Semampir, Surabaya Utara	15.85	57.61	57.61	0
	Benowo, Surabaya Barat	9.72	54.88	54.88	0
	Karangpilang, Surabaya Selatan	4.56	59.20	59.20	0
Sidoarjo	Sedati	1.75	55.58	51.99	-3.89
	Tanggulangun	17.5	63.40	44.34	-19.06
Gresik	Driyorejo	1.84	53.75	49.99	-3.76
	Gresik	5.41	49.39	49.39	0
Mojokerto	Mojosari	12.58	53.57	40.99	-12.58
	Ngoro	12.97	53.39	40.43	-12.96
Bangkalan	Bangkalan	3.29	42.35	42.35	0
	Tanah Merah	3.6	43.29	43.29	0

Kombinasi 20

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	28.34	38.17	69.42	31.25
	Rungkut, Surabaya Timur	21.46	19.27	60.02	40.75
	Semampir, Surabaya Utara	16.11	57.61	57.61	0
	Benowo, Surabaya Barat	10.38	54.88	54.88	0
	Karangpilang, Surabaya Selatan	18.08	59.20	59.20	0
Sidoarjo	Sedati	15.07	51.99	51.99	0
	Tanggulangun	7.41	44.34	44.34	0
Gresik	Driyorejo	6.77	49.99	49.99	0
	Gresik	3.49	49.39	49.39	0
Lamongan	Babat	15.70	47.98	32.28	-15.70
	Kembang	18.65	55.48	36.82	-18.66
Bangkalan	Bangkalan	0.85	42.35	42.35	0
	Tanah Merah	5.25	43.29	43.29	0

Kombinasi 21

Kota	Kecamatan	Power Imbalance (dB)	CNR MISO (dB)	CNR SISO (dB)	MISO Gain (dB)
Surabaya	Genteng, Surabaya Pusat	7.73	48.81	48.81	0
	Rungkut, Surabaya Timur	14.01	52.57	52.57	0
	Semampir, Surabaya Utara	4.46	45.96	45.96	0
	Benowo, Surabaya Barat	2.81	47.32	47.32	0
	Karangpilang, Surabaya Selatan	15.33	56.46	56.46	0
Sidoarjo	Sedati	18.37	55.58	55.58	0
	Tanggulangin	26.46	26.13	63.40	37.27
Gresik	Driyorejo	10.52	53.75	53.75	0
	Gresik	1.91	45.90	43.98	0
Lamongan	Babat	13.61	47.98	34.36	-13.62
	Kembang	16.41	55.48	39.07	-16.41
Bangkalan	Bangkalan	2.43	38.03	39.06	0
	Tanah Merah	1.65	39.69	39.69	0

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

LAMPIRAN C

PROGRAM

```
Okumura.m
function jari_sel = okumura_hata(p_tx,h_tx,freq,daerah)

l_kabel = 1.47;%dB/100meter
panjang_kabel= (h_tx/100)+0.1;
h_rx = 6;%meter
g_rx = 2;%dB
sensitifitas_rx = -85;%dBm

if daerah == 1 %metropolitan
    g_tx = 17;
    fak_koreksi = (3.2*log10(11.75*h_rx)^2)-4.97;
elseif daerah == 2 %urban
    g_tx = 17;
    fak_koreksi = ((1.1*log10(freq)-0.7)*h_rx) -
(1.56*log10(freq)-0.8);
end
eirp = 10*log10(p_tx) + g_tx - (panjang_kabel*l_kabel);
loss = eirp - sensitifitas_rx;
a = 69.55 + (26.16*log10(freq))-(13.82*log10(h_tx)) -
fak_koreksi;
b = 44.9 - 6.55*log10(h_tx);

jari_sel = 10^((loss-a)/b)
luas_sel = 3.14*(jari_sel^2)

end
```

```
cnr.m
function cnr=power(p_tx,h_tx,freq,daerah,filename)

delimiter = '\t';
formatSpec = '%f%f%[\n\r]';

fileID = fopen(filename,'r');
dataArray = textscan(fileID, formatSpec, 'Delimiter',
delimiter, 'ReturnOnError', false);
fclose(fileID);
dl = dataArray{:, 1};
```

```

d2 = dataArray(:, 2);

%okumura hatta
l_kabel = 1.47;%dB/100meter
panjang_kabel=(h_tx/100)+0.1;
h_rx = 6;%meter
g_rx = 2;%dB
sensitifitas_rx = -85;%dBm

if daerah == 1 %metropolitan
    g_tx = 17;
    fak_koreksi = (3.2*log10(11.75*h_rx)^2)-4.97;
elseif daerah == 2 %urban
    g_tx = 17;
    fak_koreksi = ((1.1*log10(freq)-0.7)*h_rx) -
(1.56*log10(freq)-0.8);
end

a = 69.55 + (26.16*log10(freq))-(13.82*log10(h_tx)) -
fak_koreksi;
b = 44.9 - 6.55*log10(h_tx);

loss1 = a+(b*log10(d1(:)));
erp1 = 10*log10(p_tx)+30+g_tx-(panjang_kabel*l_kabel);
pr_db1 = erp1+g_rx-loss1

loss2 = a+(b*log10(d2(:)));
erp2 = 10*log10(p_tx)+30+g_tx-(panjang_kabel*l_kabel);
pr_db2 = erp2+g_rx-loss2

noise = (6+10*log10(1.38e-
23)+10*log10(7.61e6)+10*log10(290))+30;
cnr1=pr_db1-noise
cnr2=pr_db2-noise

protection=pr_db1-pr_db2

if abs(protection)<20
    if cnr1>cnr2 %selection
        cnr_s=cnr1
    else
        cnr_s=cnr2
    end
else

```

```

prlin1=10.^(pr_db1/10);
daya1=prlin1/sqrt(2);
[x,y]=pol2cart(90,daya1)
phase1=x+y*i;

prlin2=10.^(pr_db2/10);
daya2=prlin2/sqrt(2);
[x1,y1]=pol2cart(90,daya2)
phase2=x1+y1*i;

%Proses Combine
x1=(conj(phase1)*prlin1)+(phase2*conj(prlin2))
[th,r]=cart2pol(real(x1),imag(x1));
cnr=10*log10(r)-noise
end
end

```

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

LAMPIRAN D

HALAMAN PENGESAHAN

Jurusan Teknik Elektro- FTI
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

TE. 141599 TUGAS AKHIR – 4 SKS

Nama Mahasiswa : Amelia Puspasari
Nomor Pokok : 221 31 05 021
Bidang Studi : Telekomunikasi Multimedia
Tugas Diberikan : Semester Genap Th. 2014/2015
Dosen Pembimbing : I. Dr. Ir. Endroyono, D.E.A.

12 FEB 2015

Judul Tugas Akhir : **Evaluasi SFN Gain pada Sistem Pemancar TV Digital di Gerbangkertasusila**
(*Evaluation SFN Gain Performance on Digital Television Transmitter System in Gerbangkertasusila*)

Uraian Tugas Akhir :

Standar penyiaran televisi digital yang ditetapkan di Indonesia adalah *Digital Video Broadcasting-Terrestrial Second Generation* (DVB-T2). Di dalam sistem DVB-T2 terdapat dua macam jaringan yang bisa diterapkan yaitu jaringan *Single Frequency Network* (SFN) dan jaringan *Multiple Frequency Network* (MFN). Peraturan Menteri No.23 Tahun 2011 menyebutkan jaringan televisi siaran digital terrestrial di Indonesia dapat menerapkan teknik jaringan SFN. Selain menggunakan pendekatan konvensional SISO (*Single Input Single Output*), standar sistem DVB-T2 terdapat mekanisme teknik diversitas MISO (*Multiple Input Single Output*). Teknik ini digunakan untuk menghasilkan SFN gain yang lebih optimal. SFN gain dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti *Power Imbalance* (PI), *Relative delay* (Δt), dan model kanal propagasi (σ_m). Tugas Akhir ini akan melakukan evaluasi SFN gain yang diperoleh dari beberapa skenario penerapan, termasuk membandingkan mekanisme SISO dengan MISO. Analisis dilakukan melalui simulasi dengan area Gerbangkertasusila, dengan mengubah-ubah berbagai faktor.

Menyetujui :
Dosen Pembimbing,

Dr. Ir. Endroyono, DEA
NIP. 196504041991021001

Mengetahui,
Jurusan Teknik Elektro FTI – ITS
Ketua,

Dr. Tri Arief Sardiono, ST., MT.
NIP. 197002121995121001

Menyetujui,
Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia
Koordinator,

Dr. Ir. Endroyono, DEA
NIP. 196504041991021001

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

LAMPIRAN E

KEPUTUSAN DAN PERATURAN MENTERI



PERATURAN MENTERI KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA
REPUBLIK INDONESIA

NOMOR : 23/PER/M.KOMINFO/11/2011

TENTANG

RENCANA INDUK (*MASTERPLAN*) FREKUENSI RADIO
UNTUK KEPERLUAN TELEVISI SIARAN DIGITAL TERESTRIAL
PADA PITA FREKUENSI RADIO 478 – 694 MHz

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang : a. bahwa dalam rangka penerapan teknologi dalam penyelenggaraan penyiaran televisi digital yang menggunakan spektrum frekuensi radio secara terestrial untuk penerimaan tetap, dipandang perlu dilakukan penataan untuk penggunaan frekuensi radio pada band IV dan band V *Ultra High Frequency* (UHF) secara tertib, efektif dan efisien sesuai dengan ketentuan nasional dan internasional;
- b. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a perlu menetapkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika tentang Rencana Induk (*Masterplan*) Frekuensi Radio Untuk Keperluan Televisi Siaran Digital Terestrial Pada Pita Frekuensi Radio 478 – 694 MHz;
- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 36 Tahun 1999 tentang Telekomunikasi (Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 154 Tahun 1999, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3881);
2. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2002 tentang Penyiaran (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2002 Nomor 139 Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4252);

Pasal 4

Pengalokasian pada pita frekuensi radio 478 – 694 MHz sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 tercantum dalam Lampiran I yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

Pasal 5

Setiap penggunaan frekuensi radio untuk keperluan penyiaran televisi siaran digital terestrial penerimaan tetap tidak berbayar (*Free To Air*) sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf b wajib memenuhi ketentuan teknis sebagai berikut:

- a. lebar pita frekuensi (*bandwidth*) yang digunakan tiap kanal adalah 8 MHz;
- b. rasio proteksi (*protection ratio*) sebagaimana tercantum dalam Lampiran II yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini; dan
- c. kuat medan (*field strength*) pada lokasi titik pengujian/pengukuran di setiap wilayah layanan dibatasi maksimum 42,6 dBµV/m.

BAB III

PEMETAAN KANAL FREKUENSI

Pasal 6

Penggunaan frekuensi radio untuk keperluan penyiaran televisi siaran digital terestrial penerimaan tetap tidak berbayar (*Free To Air*) di setiap wilayah layanan wajib mengikuti pemetaan kanal frekuensi radio sebagaimana tercantum dalam Lampiran III yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini

Pasal 7

Penetapan kanal frekuensi radio untuk keperluan penyiaran televisi siaran digital terestrial penerimaan tetap tidak berbayar (*Free To Air*) di wilayah layanan yang cakupannya dapat menjangkau negara lain dilakukan berdasarkan koordinasi antara Direktorat Jenderal dengan administrasi telekomunikasi negara yang terkait.

LAMPIRAN I
 PERATURAN MENTERI KOMUNIKASI DAN
 INFORMATIKA
 NOMOR 23 /PER/M.KOMINFO/11/2011
 TENTANG RENCANA INDUK (MASTERPLAN)
 FREKUENSI RADIO UNTUK KEPERLUAN TELEVISI
 SIARAN DIGITAL TERESTRIAL PADA PITA FREKUENSI
 RADIO 478 – 694 MHz

PENGKANALAN FREKUENSI RADIO
 UNTUK TELEVISI SIARAN DIGITAL TERESTRIAL

Band IV :		
Nomor Kanal	Batas Frekuensi (MHz)	Frekuensi Tengah (MHz)
22	478 – 486	482
23	486 – 494	490
24	494 – 502	498
25	502 – 510	506
26	510 – 518	514
27	518 – 526	522
28	526 – 534	530
29	534 – 542	538
30	542 – 550	546
31	550 – 558	554
32	558 – 566	562
33	566 – 574	570
34	574 – 582	578
35	582 – 590	586
36	590 – 598	594
37	598 – 606	602
Band V :		
38	606 – 614	610
39	614 – 622	618
40	622 – 630	626

LAMPIRAN II
 PERATURAN MENTERI KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA
 NOMOR 23 TAHUN 2011
 TENTANG RENCANA INDUK (MASTERPLAN) FREKUENSI
 RADIO UNTUK KEPERLUAN TELEVISI SIARAN DIGITAL
 TERESTRIAL PADA PITA FREKUENSI RADIO 478 – 694 MHz

RASIO PROTEKSI (PROTECTION RATIO)
 PENYELENGGARAAN TELEVISI SIARAN DIGITAL DVB-T PADA PITA UHF

Rasio Proteksi	
Rasio proteksi untuk saluran yang sama (co-channel)	20 (dB)
Rasio proteksi untuk saluran yang bertetangga (adjacent-channel):	
(i) Lower adjacent channel	-30 (dB)
(ii) Upper adjacent channel	-30 (dB)

MENTERI KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA,

td

TIFATUL SEMBIRING

LAMPIRAN III : PERATURAN MENTERI KOMUNIKASI DAN
 INFORMATIKA

NOMOR :
 TANGGAL :

PEMETAAN KANAL FREKUENSI RADIO
 UNTUK TELEVISI SIARAN DIGITAL DVB-T

**G. ZONA LAYANAN VII
 PROPINSI JAWA TIMUR**

No.	Wilayah Layanan	Nomor Kanal
1	Surabaya, Lamongan, Gresik, Mojokerto, Pasuruan, dan Bangkalan	29, 32, 35, 38, 41, 44



SALINAN

**MENTERI KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA
REPUBLIK INDONESIA**

**PERATURAN MENTERI KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA
REPUBLIK INDONESIA**

NOMOR 9 TAHUN 2014

TENTANG

**PERSYARATAN TEKNIS ALAT DAN PERANGKAT PENERIMA TELEVISI
SIARAN DIGITAL BERBASIS STANDAR *DIGITAL VIDEO BROADCASTING
TERRESTRIAL – SECOND GENERATION***

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang : a. bahwa standar *digital video broadcasting terrestrial-second generation* yang menjadi dasar persyaratan teknis alat dan perangkat penerima (*set top box*) televisi siaran digital memiliki beberapa versi, namun demikian Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 35 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Alat Dan Perangkat Penerima (*Set Top Box*) Televisi Siaran Digital Berbasis Standar *Digital Video Broadcasting Terrestrial-Second Generation*, belum dengan tegas mencantumkan versi yang digunakan sebagai dasar persyaratan teknis;
- b. bahwa Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 35 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Alat dan Perangkat Penerima (*Set Top Box*) Televisi Siaran Digital Berbasis Standar *Digital Video Broadcasting Terrestrial-Second Generation* belum mengatur persyaratan teknis modul DVB-T2 di perangkat televisi;
- c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b perlu menetapkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika tentang Persyaratan Teknis Alat dan Perangkat Penerima Televisi Siaran Digital Berbasis Standar *Digital Video Broadcasting Terrestrial-Second Generation*;
- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 36 Tahun 1999 tentang Telekomunikasi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 154, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3881);

OFDM	: <i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>
RF	: <i>Radio Frequency</i>
RAM	: <i>Random Access Memory</i>
SDTV	: <i>Standard Definition Television</i>
TV	: <i>Television</i>
UHF	: <i>Ultra-High Frequency</i>
VHF	: <i>Very-High Frequency</i>
QPSK	: <i>Quadrature phase-shift keying</i>
QAM	: <i>Quadrature amplitude modulation</i>
FEC	: <i>Forward error correction</i>
PID	: <i>Packet Identifier</i>
p	: <i>Progresif</i>

BAB II PERSYARATAN TEKNIS

1. Umum
 - a. Tegangan *input* : 220V \pm 10%
 - b. Frekuensi *input* : 50 Hz \pm 2%
 - c. *Power consumption* : <10 watt
 - d. Proteksi : *fuse*
 - e. *Temperature range* : 0 - 40°C
 - f. *Humidity range* : 10 - 90%
2. Tuner
 - a. Tuning Frequency Range : 478 - 694 MHz
 - b. Demodulation : COFDM
 - c. Channel Bandwidth : 8 MHz
 - d. Transmission Mode : 1K, 2K, 4K, 8K, 16K, 32K
 - e. Guard Interval : $\frac{1}{4}$, 19/256, $\frac{1}{8}$, 19/128, $\frac{1}{16}$, 1/32, 1/128
 - f. Forward Error Correction (FEC): $\frac{1}{2}$, 3/5, 2/3, $\frac{3}{4}$, 4/5, 5/6
 - g. Konstelasi : QPSK, 16QAM, 64 QAM, 256 QAM
 - h. Input signal Level : -70 dBm to -25 dBm (38 dB μ Vs.d 83 dB μ V)
 - i. Antenna Input : 75 Ohm
 - j. Receiver Noise Figure : \leq 6dB
3. Mode Operasi
 - a. *Pilot Pattern (PP)** : PP1, PP2, PP3, PP4, PP5, PP6 or PP7
 - b. *Input Mode* : 'A' (*single PLP*) or 'B' (*multiple PLPs*)
4. *Demultiplexer Demultiplexing* : *Profile MPEG-2 Transport Stream*
5. *Video Decoding*
 - a. *Video Decoder* : MPEG-4 AVC (H.264)
 - b. *Video Aspect Ratio* : 4 : 3 ; 16 : 9
 - c. *Resolution Source Video* : SDTV 720 x 576
HDTV 1920/1080i

d. perangkat dapat dilengkapi dengan *resolution source video* HDTV 1920/1080p atau standar terkini.
6. *Video Output minimal*
 - a. *Video Format* : PAL
 - b. *Output level* : 1Vp-p (75 Ohm)